SULL'ELETTROMOTORE PERPETUO ISTRUZIONE TEORICO-PRATICA DELL'ABATE...

Giuseppe Zamboni



SULL'

ELETTROMOTORE PERPETUO

ISTRUZIONE TEORICO-PRATICA

DELL' ABATE

GIUSEPPE ZAMBONI

PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE E MATEMATICA APPLICATA NELL' IMP. R. LICEO DI VERONA, MEMBRO EFFETTIVO PENSIONATO DELL' IMP. REG. ISTITUTO VENETO, UNO DEI QUARANTA DELLA SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE, E SOCIO DI VARIE ACCADEMIE





VERONA
TIPOGRAFIA DI GIUSEPPE ANTONELLI
1843.

A CHI LEGGE

Un istromento elettrico di tal forza motrice, che dall' esperienza di trenta e più anni, si appalesa ormai duratura per un tempo indefinibile, ben si merita le cure del Fisico per communicargli la maggior possibile energia, e l'industria del meccanico per cavarne alcuna utile applicazione. Tal si è la *Pila elettrica secca*; ossia *Elettromotore perpetuo*, subbietto dell'Opera che ho pubblicata nel 1820, in due volumi: il primo de' quali è un trattato elementare di elettricità, e l'altro versa unicamente sulla detta pila.

Ora poi considerando ciò che più importa in quest' Opera, e le novità sopravvenute, anzi che ristamparla con aggiunte, ho creduto meglio ristringer tutto ad una Istruzione per così dir popolare. Imperciocchè o si voglia costruire, e disporre acconciamente ogni parte di questa macchina, o debbasi ripulire, o rimediare a qualche disordine occorso, è troppo necessario, che l' operatore sappia dirigere la forza elettrica, che tien vivo il moto del pendolo, ed abbia in pratica cotesta forza, come le altre dei pesi e delle molle nei comuni orologi.

Il perchè non fa qui mestieri un trattato completo di elettricità, ma soltanto una sposizion facile e piana delle dottrine elettriche più importanti allo scopo sopraccennato. Pertanto l' Istruzione sarà divisa in tre parti.

La prima darà le nozioni, e teorie fondamentali sull' elettrico.

La seconda tratterà degli Elettromotori, e costruzione delle Pile secche.

La terza degli usi ed applicazioni di queste Pile. Io spero ch' eziandio a' Fisici di professione non tornerà discaro questo mio lavoro, che nella seconda sua parte spiega diffusamente dottrine speciali sulla pila secca, e vien poi nella terza a propagare anche fuori de' Gabinetti di Fisica le maraviglie e con esse l' amor della scienza: che al certo non può non essere ammirabile una vita di perenne movimento spirata dall' Elettrico nella bruta materia: dall' Elettrico dominatore superbo nelle regioni dell' aria, e schiavo incatenato quaggiù nelle pile: novello Sansone, che, fiaccato il nerbo delle forze, altro non può che mandare in giro una ruota.

PARTE PRIMA

NOZIONI E TEORIE FONDAMENTALI SULL'ELETTRICO

§. I.

SEGNI ELETTRICI.

1. *Attrazione elettrica*. Egli è un fatto volgarmente noto, che un pezzo di vetro ben asciutto, o di cera lacca, dopo averlo stropicciato sulla lana, od anche fra le dita ben asciutte, tira a sè una pagliuzza, un fil di refe, o di carta ecc.

2. *Ripulsione elettrica*. Alcuni dei detti minuzzoli, toccato appena il vetro, o la cera lacca per attrazione, via poi se ne foggono respinti dal corpo che aveali prima attratti.

3. *Luce elettrica*. Sperimentando nell' oscurità, si veggono lampi di luce guizzare e discorrere sulle pareti del vatro, o della cera lacca, all' atto che vengono stropicciate. Que' due movimenti di *attrazione*, e *ripulsione*, e questa *luce* si dicono *segni elettrici*, e chiamasi *elettrizzato* quel corpo, che li produce.

§. II.

Elettrometro.

4. Fra i segni elettrici la *ripulsione* vuol essere qui specialmente considerata nell' Elettrometro; stromento che avremo sempre alla mano nella presente Istruzione.

Viene esso formato da una campana di cristallo, o bottiglia senza fondo di vetro (fig. I.) la qual tiene incollate sull' interna parete l' una rimpetto all' altra due strisce di stagnuola, alte una metà circa dell' altezza della bottiglia, quali si veggono in AB, CD, e comunicanti nella loro estremità A e C con un piano metallico, che saldato con mastice tutto all' intorno della bottiglia, serve a questa di fondo. Oltre a ciò un tubo di cristallo EG coperto dentro e fuori di cera lacca, lungo da due in tre pollici, sporge fuori della bocca della bottiglia pel tratto di circa due pollici, e porta come suo asse un filo metallico FH fisso con un turacciolo di mastice alla metà di sua lunghezza, e sporgente per mezzo pollice fuori dell' estremità del tubo stesso. Questo filo porta inferiormente nel suo termine H una lamina metallica arcuata MO, agli estremi della quale stanno pendenti due fogliette quadrilunghe d' oro battuto alla massima sottigliezza MN, OP, l' una all' altra parallele, distanti due linee circa fra loro, e sì lunghe, che venendo a divergere possano toccare colle loro estremità N,P le stagnuole AB,CD. Il tubo introdotto colle fogliette nella bottiglia vien saldato alla bocca di questa con mastice, e alla sommità F del filo s' innesta a vite una spuola metallica RS più larga del tubo, lunga poco più di un pollice, e chiusa di sopra dal piano metallico TT detto il *bottone* dell' Elettrometro.

Prima d' introdurre il tubo colle fogliette, l' aria interna sia ben disseccata, e chiusa la bottiglia da per tutto ermeticamente.

Lo stromento finora descritto è un saggiatore delicato dei

corpi elettrizzati; poichè se dopo aver anche leggermente sfregata col dito asciutto una canna di cera lacca, voi l'appressate al bottone TT, tosto vedrete il segno elettrico della ripulsione delle due foglietta, che divergono rapidamente.

§. III.

ELETTRICITÀ POSITIVA E NEGATIVA.

5. I predetti fenomeni o segni elettrici si fanno dipendere da un fluido nominato *Elettrico*, fluido sottilissimo, sommamente elastico senza peso, del qual fluido è ripieno ciascun corpo della natura, in dose proporzionata alla capacità del corpo.

Questa capacità de' corpi per contenere l'elettrico si considera provenire da un' attrazione scambievole fra essi corpi, e l'elettrico. E finchè un corpo contiene in sè tanta dose di elettrico quanto esige la sua attrazione per questo fluido, il corpo non produce alcun fenomeno, o segno elettrico; e lo stato di questo corpo dicesi *stato naturale*, o stato di *equilibrio assoluto*. Ma quando nel corpo per qualche operazione (come sarebbe lo sfregamento negli sperimenti del §. I.) vi sia una dose di elettrico maggiore o minore di quella che si conviene alla capacità, od attrazione del corpo, allora questo corpo diviene *elettrizzato*, e produce i fenomeni o segni elettrici, per mezzo dei quali il fluido tende a ricuperare il perduto equilibrio, e quindi rimettere il corpo nello stato naturale di prima.

6. In due modi pertanto l'uno all'altro contrarj si può un corpo elettrizzare. 1.° per eccesso: 2.° per difetto.

Elettrizzato per eccesso, la sua elettricità dicesi *positiva*, e *negativa* quando sia per difetto; e il corpo stesso elettrizzato dicesi *positivo* nel primo caso, e *negativo* nel secondo. ma tanto in un caso come nell' altro si manifestano i tre segni elettrici (§. I.). Imperciocchè incominciando dall' *attrazione elettrica*,

quando vi è un eccesso di elettrico nel corpo, quel corpo tira a sè i corpicciuoli leggeri per comunicare a questi di quell' eccesso, come farebbe un corpo caldo, che riscalda gli altri a lui vicini; e quando il corpo fosse elettrizzato per difetto, allora i corpicciuoli leggeri sooo parimenti attratti, perchè vanno a cedere del loro elettrico naturale al corpo difettoso di elettrico: non altrimenti che un corpo freddo chiama a sè il calorico de'circostaoti. Similmente quanto al secondo segno cha è la *ripulsione elettrica*, le foglietta *e g* dell' Elettrometro si aprono tanto oel caso che sieno *positive* per comunicare parte del loro eccesso all' aria circostante, quanto nel caso che sieno *negative* per riceverne dall' aria stessa. Qoindi è che due corpi similmente elettrizzati, cioè amendue positivi, o amendue negativi si respingono, ma ove uno sia positivo, e l' altro negativo, si attraggono. Così pure il terzo segno cioè la *luce elettrica*, altro oon è che uo ammasso di questo fluido elettrico, che sgorga dal corpo positivo, od accorre al negativo.

7. V' ha però un indizio, che distingue io tal luce l' elettrico che sgorga, da quello che entra nel corpo; e tal indizio apparisce all' oscuro nelle puote metalliche elettrizzate: quando sooo positive, cioè elettrizzate per eccesso, sul loro apice vedesi un fiocco o pennacchio di luce, chiamato il *fiocco elettrico*, segno di elettricità che passa dalla puota nell' aria; e quando la punta è negativa, il solo apice della punta risplende sotto forma di piccola stella, e chiamasi tal luce *stelletta elettrica*, indizio di elettricità che passa dall' aria nella punta. Per questo mezzo si è riconosciuto il vetro confricato sulla lana elettrizzarsi per eccesso, e la cera lacca per difetto.

§. IV.

CONDUTTORI ED ISOLANTI DELL' ELETTRICO.

8. Si è veduto qui sopra (§. III. 3) tender l'Elettrico a rimettersi in equilibrio, cioè a propagarsi dal corpo positivo nei circostanti, o da questi accorrere al negativo. Ora questo fluido si diffonde facilmente per alcuni corpi, che si dicono i suoi *conduttori*, ed i migliori sono i metalli; poi vengono i carboni, indi le acque specialmente acide o salate, ed infine i corpi tutti aventi qualche umidore, come la tela, la carta, i legni verdi ecc. Ma questi ed altri corpi ben disseccati, e soprattutti la cera lacca, il vetro, lo zolfo, le resine e l'aria, non danno passaggio all' elettrico nè per l'interna loro massa, nè per l'esterna superficie, e si dicono perciò *coibenti*, od *isolanti* dell' elettrico.

9. Posta questa distinzione di conduttori ed isolanti, egli è chiaro, non potersi nemmen per poco conservar elettrizzato un conduttore, se non sia, come dicesi, *isolato*: cioè se non sia interrotta la sua comunicazion col terreno da qualcuno degl' isolanti; poichè volendosi conservar l'elettrico eccessivo nel conduttore, ove questo comunicasse per via di altri conduttori col suolo, tutto quell' eccesso di elettrico si verrebbe a disperdere nel suolo stesso, e il detto conduttore sarebbe tosto rimesso in istato naturale. Similmente lo stesso conduttore comunicante col suolo non potrebbe giammai conservarsi negativo, potendone ricevere dal terreno quanto occorre per rimettersi in istato naturale. Osservate l' importanza di questo isolamento nell' Elettrometro (fig. I.). Il suo bottone TT è un conduttore comunicante con altri conduttori quali sono il filo FH, la lamina arcuata, e le foglietté che vi sono pendenti. Quindi elettrizzandosi il bottone, l'elettrico colla prontezza del lampo si diffonde nelle foglietté, e dà subito il segno elettrico colla loro ripulsione; esse riman-

gono aperte molto tempo, non per altro se non perchè sono isolate insieme col filo e col bottone: ma se voi toccando colla mano il bottone il fatte comunicare, per mezzo del vostro corpo, che è un conduttore, col suolo, ecco subito chiudersi le foglie, e tolto affatto ogni segno elettrico.

10. Volendosi dunque il maggior possibile isolamento in un conduttore, notate ben bene le avvertenze prescritte nella costruzione dell' Elettrometro, e sono:

I.° Che il vetro per ben isolare deve esser coperto di cera lacca in tutta la sua superficie come fu detto del tubo EG; perciocchè al vetro specialmente in tempi umidi sta sempre aderente, più che alla cera lacca, un velo umido, che diminuisce e toglie persino l' isolamento.

II.° Una parte del tubo coperto di cera lacca vien difesa per quanto si può dalla polvere, e dal troppo libero accesso dell'aria, tenendo l' estremità superiore del tubo custodita sotto la spuola metallica RS; altrimenti la polver, e i vapori dell' aria farebbero col tempo un velo umido anche sulla cera lacca.

III.° Il filo metallico FH, e la spuola RS si mantengono sempre distanti dal tubo, perchè l' elettrico abbia sempre a trovar dell' aria interposta, che gli impedisca di passare dal filo nella superficie del tubo.

IV.° Il turacciolo di mastice, che tien fisso il filo metallico FH si colloca in giù molto lontano dalla bocca del tubo, acciocchè sia più difficile l' ingresso dell' aria umida, e delle polveri fino al turacciolo.

11. Con sì fatte cautele si avrà nell' Elettrometro un saggiatore dilicatissimo del più debole elettrizzamento, che si comunicasse al suo bottone. Ma di più servirà lo stromento a riconoscere se l' elettricità trasmessa al bottone sia positiva, o negativa. Difatti se stando aperte le fogliette per una qualunque elettricità, voi accostate al bottone un tubo di vetro confricato sulla lana, e le fogliette si aprono di più, dite che l' elettricità comu-

nicata al bottone è positiva; se in mancanza del vetro accostate al bottone la cera lacca confricata sulla lana, e le foglietto invece si chiudono, dite parimente che l' elettricità del bottone è positiva. Se poi questa fosse negativa, allora succede il contrario. Ho detto il vetro *stropicciato sulla lana*; perciocchè sfregato e. g. con pelo finissimo di gatto, o di coniglio si fa *negativo*. E così pure la cera lacca che risulta *negativa* strofinandola sulla lana, divien tosto *positiva* sfregandola con una foglia metallica.

12. Altra differenza ci convien notare fra conduttori ed isolanti dell'elettrico; i primi appena toccati con altri comunicanti col suolo perdono sul fatto ogni loro elettrizzamento; onne si è veduto toccando colla mano il bottone dell'Elettrometro: ma gli altri sebben toccati allo stesso modo, ne conservano sempre alcuna porzione tenacemente attaccata alla loro superficie, quando sia ben disseccata. E ciò può vedersi in un pezzo di cera lacca, che dopo averlo ben soffregato sulla lana si colochi sul bottone dell' Elettrometro, le foglietto tosto si aprono, e rimangono aperte anche dopo aver toccata colla mano più volte di seguito la cera lacca.

13. V' ha un mezzo assai commodo per communicare al bottone l' elettricità o positiva o negativa, e ciò coll' uso d' una pila a secco, senza bisogno di sfregamento, nè d'altra operazione

Questa pila ha la forma di una colonna (fig 2.) piantata sopra la base metallica NN, ed in cima porta una palla P pur di metallo. Ora questa palla P, e la base metallica NN sono duo conduttori sempre elettrizzati in opposito: poichè tenuta in mano la base, portate la palla P a toccare il bottone dell' Elettrometro, e tosto le foglietto divergono. Chiudetele poi toccando il bottone colla mano: indi, impugnata colla mano la palla, sollevate la base NN, e fatela toccare il bottone dell' Elettrometro, e le foglietto divergeranno ugualmente; ma troverete che se la palla P è positiva, sarà altrettanto negativa la base NN. Qual sia l' origine di queste due elettricità nella pila, il vedremo nella

secooda parte dell' Istruzione: per ora ci basti l' averla sempre alla maoo per dimostrare le dottrine di questa prima parte.

§. V.

CARICA E TENSIONE ELETTRICA.

14. Dicendosi elettrizzato no corpo quando esso contiene più o meno del suo elettrico naturale; quell'elettrico di più che possiede si dice *carica positiva*, e *carica negativa* quella quantità di elettrico, che gli manca nel caso contrario.

Ma si è veduto altresì, che dato un corpo elettrizzato sia per eccesso o pur per difetto, l' elettrico si sforza di rimettere il corpo in istato naturale; e questo sforzo o tendenza dell' elettrico dicesi *tensione elettrica*: la qual tensione altresì è *positiva*, ed è lo sforzo che fa l' elettrico eccessivo di un corpo per diffoodersi nei circostanti: e perchè questo sforzo è un' attrazione scambievole fra il detto elettrico eccessivo e i corpi circostanti, così si può anche dire che la tension positiva è lo sforzo fatto da' corpi circostanti per chiamare a se di quell' elettrico eccessivo. La *tension* poi *negativa* è lo sforzo, che fa il corpo negativo per tirare a se l' elettrico naturale dei circostanti, oppure è lo sforzo di tal elettrico per accorrere al nagativo.

15. La tensione elettrica sia positiva o negativa è misurata dalla maggiore o minore apertura delle fogliette dell' Elettrometro; perciocchè quell' apertura indica appunto lo sforzo, che fa l' elettrico eccessivo delle fogliette positive per comunicarsi all' aria circostante; oppure è lo sforzo, che fanno esse fogliette negative per ricever l'elettrico naturale dall'aria. Se poi il corpo fosse tanto elettrizzato da dare il fenomeno della scintilla, la maggiore o minor lunghezza di questa darebbe la misura della tensione elettrica.

16. In ogni corpo elettrizzato vi è sempre *carica*, e *tensione* elettrica. Vi è carica perchè vi è sempre una quantità di elettrico, che soprabbonda o manca nel corpo elettrizzato: e vi è pur la tensione, perchè in ambi i casi vi è sempre lo sforzo dell' elettrico insieme e dei corpi per rimettero ogni cosa in equilibrio.

E se in un corpo elettrizzato si aumentasse la carica, anche la tensione si farebbe maggiore. Ma in corpi diversi la stessa carica potrebbe dare un diverso grado di tensione, come sarebbe per es. il bottone dell' Elettrometro, che avesse una tal carica da produrre una tensione elettrica di due pollici, cioè allontanasse l' una dall'altra le foglictte per due pollici: se stando le foglietta così aperte voi toccate il bottone con un gran piano metalheo isolato, tosto le foglictte diminuiscono quell' apertura, cioè la tensione si è fatta minore. Eppure la carica del solo bottone è la stessa di quella del bottone unito al piano, ma solamente si dovrà dire che quella carica concentrata nel bottone ha dato una tension maggiore, e la stessa carica diffusa dal bottone nel piano ha prodotto tension minore.

17. Adunque una carica elettrica quanto più si diffonde produce una tensione altrettanto minore; e l' Elettrometro riguardo alla carica elettrica si comporta allo stesso modo del Termometro col calorico. Messo il Termometro in un' oncia d' acqua bollente vi segnerà 80 gradi, ma versando quest' oncia in una libbra di acqua freddissima, il Termometro segnerà un numero di gradi assai minore: e come il calorico dell'oncia d'acqua bollente continua a diffondersi nella libbra d'acqua fredda, finchè l'acqua della libbra e quella dell' oncia sieno arrivate allo stesso grado di temperatura; così la carica elettrica del bottone dell' Elettrometro si propaga nel piano metallico isolato, finchè amendoe sieno pervenuti alla tensione medesima.

18. V' ha però differenza, e assai notabile, fra il propagarsi del calorico, e della carica elettrica nei corpi. Il calorico penetra

interamente in tutta la massa del corpo; ma la carica elettrica si diffonde soltanto nella superficie. E per provarlo, sieno due cilindri metallici eguali in superficie, ma l' uno di essi tutto pieno massiccio, e l' altro vuoto internamente. Isolandoli amendue con fili di seta, vedrete che si l' uno come l'altro toccando il bottone elettrizzato dell' Elettrometro si porterà via la stessa carica, ed avranno entrambi la stessa tensione. Che se invece i due corpi sieno disuguali di superficie quello che l' ha maggiore, porterà via più carica elettrica quantunque abbia minor massa; come sarebbe un foglio di carta in confronto di un cilindro massiccio di metallo di più libbre di peso. E perciò si conchiude, che la capacità dei corpi per la carica elettrica è in ragione della loro superficie, e non della massa.

§. VI.

ELETTRICITÀ DI PRESSIONE ED ELETTRICITÀ DI CARICA.

19. Per provare la differenza che passa fra l' elettricità detta Indotta, o di *Pressione*, e l' altra chiamata Condotta, o di *Carica* sovrapponghasi, al bottone dell' Elettrometro un piano circolare metallico, che seguiterò a chiamar bottone dell' Elettrometro: abbia questo piano da tre in quattro pollici di diametro; ed altro ugual piano PP abbia in cima la pila, in luogo della palla, innestato a vite (fig. 3.)

20. Chiamasi *Elettricità di pressione* quella di un corpo che produce segni elettrici, non perchè abbia più o meno del suo elettrico naturale, ma soltanto perchè trovasi vicino ad un corpo elettrizzato. Impugnate colla mano la base MN della pila (fig. 3.) ed affacciate il suo piano superiore PP al bottone TT dell' Elettrometro senza però toccarlo; le foglietto tosto si aprono, e rimangono aperte durante la vicinanza del piano PP, e poscia

allontanando questo piano, tosto si chiudono. Or bene: il bottone e le foglictte erano elettrizzate per elettricità di pressione dovuta alla vicinanza del piano PP. E dicesi di *pressione*, perchè l'elettrico che suppongo eccessivo del piano PP non potendo superare l' ostacolo dell'aria interposta tra il bottone ed il piano, non può da questo in quello diffondersi. Ma invece il detto elettrico eccessivo del piano PP premendo l' elettrico naturale dell' aria, e questa pressione comunicandosi all' elettrico natural del bottone, lo sforza ad accumularsi nelle parti più lontane, cioè nelle fogliette, le quali perciò si elettrizzano per eccesso, finchè dura la detta pressione: ma come questa sia tolta, coll' allontanarsi del piano PP anco l' elettrico natural del bottone, che la detta pressione teneva accumulato nelle fogliette, ritorna subito da queste nel bottone, e si rimette il totto in istato naturale. Che se il piano PP vada invece a toccare il bottone TT dell' Elettrometro, l' elettrico eccessivo del detto piano si communica al bottone, e le fogliette divergono per *elettricità di carica positiva*, che si conserva nelle medesime anche dopo aver allontanato quel piano.

21. Eccovi adunque l'indizio che distingue l' elettricità di *pressione* da quella di *carica*. La prima non dura se non quanto dura la vicinanza d' un corpo elettrizzato, l' altra si mantiene anche dopo rimosso il corpo elettrizzante. Un esempio dell' elettricità di pressione si manifesta ne' corpi isolanti elettrizzati, che stieno sul bottone dell' Elettrometro. Collocate su tal bottone un pezzo di vetro ben confricato, le fogliette divergono ampiamente; ma levandolo, tosto si chiudono.

Quella divergenza fu adunque un' elettricità di pressione; perchè il vetro, come ogni altro corpo isolante avendo la proprietà sopra notata (§. IV. 5) di tenersi attaccata alla sua superficie la carica elettrica a segno di non cederla sì facilmente nemmeno ai conduttori, che venissero a toccarlo, non può il vetro communicar sì prontamente della sua carica al bottone; ma questa ca-

rica vicinissima al bottone, dee produrre nel medesimo l' elettricità di pressione.

22. Per provare che il piano PP della pila avvicinato al bottone sforza l' elettrico naturale del bottone ad allontanarsi, tenete un dito sul bottone; indi a questo affacciate il piano PP, impugnando coll' altra mano la base della pila, e per quanto il piano PP sia vicino al bottone, le foglietta non danno alcun indizio di apertura. Ma levando prima il dito dal bottone, indi rimosso il piano, ecco le fogliette aprirsi, e rimanere aperte per elettricità di carica, ma *negativa*; cioè contraria a quella del piano. Ciò vuol dire, che stando il piano vicino al bottone toccato dal dito, l' elettrico eccessivo del piano sforzava l' elettrico naturale del bottone ad allontanarsi, ed a passare per mezzo del vostro corpo, dal dito nel suolo; ed il bottone perciò fu elettrizzato negativamente. Di questo suo stato negativo non può il bottone dimostrare alcun segno, nemmen dopo aver levato il dito, se il piano PP si tiene ancora vicino al bottone; perciocchè avendo questo perduta la sua attrazione per quell' elettrico naturale, che passò nel terreno, restera nel bottone tanto elettrico, quanto esige l' attrazion che gli resta, e sarà come un corpo in istato naturale che non può dare alcun segno elettrico (§ III. 5.). Ma perchè l' attrazion del bottone pel proprio elettrico naturale divien minore, e tal si mantiene finchè dura la vicinanza del piano PP, come questo si allontani, il bottone ripiglia tutta l' attrazione, che gli si compete verso il fluido elettrico; e mancandoghene quella porzione, che si sfogò nel terreno pel toccamento del dito, mostrerà il suo stato negativo coll'apertura delle fogliette.

23. L' esperienza fatta col dito sul bottone può anche eseguirsi dalle sole fogliette a questo modo. Accostate il piano PP della pila al bottone in tanta vicinanza (senza però toccarlo) che le fogliette più e più divergendo, una di esse vada a toccare la listerella di stagno incollata sull' interna parte dell' Elettrometro. Dopo quel toccamento le fogliette si chiudono, ed ap-

pariscono come in istato naturale, finchè il piano PP mantiensi nella stessa vicinanza al bottone; ma se si allontani, le foglietle da sè stesse si aprono, e conservansi aperte per elettricità di carica negativa.

24. Gli stessi fenomeni avrete eziandio appressando al bottone la base negativa della pila, ed impugnando colla mano il piano PP. Vale a dire, la base negativa affacciata al bottone senza toccarlo, apre le fogliette, che si troveranno negative; e ciò, non perchè il bottone abbia ceduto del proprio elettrico naturale alla base della pila; ma perchè questa bisognosa di elettrico ha tirato in su verso il bottone l'elettrico naturale delle fogliette. Esse dunque dovettero aprirsi in istato negativo, ma tosto che si allontani la base dal bottone, torna l'elettrico dal botton nelle fogliette rimettendole in istato naturale. Le fogliette adunque si aprirono per elettricità di pressione.

25. Che se affacciata la base della pila al bottone, toccate questo col dito, allora l'elettrico verrà dal terreno pel vostro corpo sino al bottone, ivi chiamato dalla base negativa: cioè il bottone avrà in sè più elettrico di quello che porta la sua attrazione; e questo eccesso esercitando attrazione colla base negativa, il bottone non ne darà alcun segno. Ma se, levato il dito, si discosti la base dal bottone, allora quell' eccesso rimasto nel bottone deve elettrizzarlo di vera carica positiva.

26. Dal sin qui detto ne conseguita, che volendo elettrizzare con vera carica positiva il bottone dell' Elettrometro col mezzo di un corpo isolante, dovete usar della cera lacca negativa, anzi che del vetro positivo; cioè toccando il bottone col dito, collocate sul bottone la cera lacca di già stropicciata con lana: indi levato prima il dito, poi la cera lacca dal bottone, avrete aperto le fogliette per elettricità di carica positiva: e così pure si è veduto qui sopra, che il vetro positivo toccando il bottone, difficilmente potrebbe comunicargli del suo eccesso. Dunque servitevi piuttosto di tal vetro per aver l'elettricità di carica negativa nel-

le foglietta, allo stesso modo come adoperaste la cera lacca negativa per aver la carica positiva.

§. VII.

CONDUTTORI PIU' O MENO CAPACI DI CARICA ELETTRICA.

27. Si è già dimostrato (§. V. 4.) essere i conduttori più capaci di carica elettrica quant' è maggiore la loro superficie. Ed ora li vedremo più o meno capaci di questa carica, senza cangiare di superficie; ma per la sola vicinanza di altro conduttore elettrizzato. Levate il piano PP dalla pila, e sostituitevi la sua palla, e al centro del detto piano PP innestate un manico isolante: indi sopra tre o quattro briccioli di cera lacca collocati sul bottone TT dell' Elettrometro, vada a posarsi il piano PP (fig. 4). Si avranno così i due conduttori tenuti sempre da sè medesimi alla stessa vicinanza, senza mai toccarsi l' un l' altro.

28. Lo strato d'aria interposto ai due piani basta ad impedire la diffusione da un piano all' altro di una carica elettrica, che non abbia tension sufficiente per vincere l' ostacolo di quello strato d' aria. Tal si è la carica elettrica positiva della palla della pila; e però se impugnata la base di questa, portate la palla a toccare il piano PP, questo si elettrizzerà per elettricità di carica comunicatagli dalla palla; ma l' altro piano o bottone TT si troverà elettrizzato soltanto per elettricità di pressione, che sarà annunciata dall' apertura delle foglieite. Queste resteranno sempre aperte anche allontanata la palla, perchè in luogo di questa vi è il piano PP elettrizzato di vera carica, sempre vicino all' altro TT (§. VI. 3). Or bene questo piano TT e divenuto meno capace di carica positiva per la vicinanza del piano positivo PP. Ed in vero la tensione elettrica del bottone è uno sforzo del suo elettrico naturale, che tenta di partire, cagionato dal-

la pressione del piano superiore PP; (§. VI. 20) e però se voi adesso toccaste il bottone colla palla della pila, o con qualunque altro conduttore elettrizzato per eccesso alla stessa tensione che mostra il bottone, non potrà questo ricever atomo di carica; perchè l'elettrica, come il calorico, non può diffondersi da un corpo all'altro se non per disuguaglianza di tensione. E difatti se dopo aver toccato il bottone colla palla della pila, voi levate pel suo manico isolante il piano superiore, le fogliette tosto si chiudono, e dimostrano la nessuna carica ricevuta dal bottone per averlo toccato colla palla della pila.

29. Che se invece di toccare il bottone colla palla della pila, che si suppone elettrizzata ad ugual tensione di quella che mostra il bottone, voi lo toccaste con altro corpo elettrizzato a maggior tensione, il solo eccesso di questa si sarebbe diffuso nel bottone. Dunque per la vicinanza del piano positivo PP, il bottone TT è divenuto meno capace di carica positiva; e così pure lo stesso bottone si fa meno capace di carica negativa per la vicinanza del piano TT, elettrizzato che fosse negativamente colla base della pila.

Per lo contrario il bottone TT divien più capace di carica positiva quando abbia vicino il piano PP elettrizzato negativamente colla base della pila. Imperciocchè questo piano negativo come si è veduto (§. VI. 5) smuove di sotto in su una porzion dell'elettrico naturale del bottone TT, cioè la fa passare dalla faccia inferiore alla superiore dello stesso bottone; ed ivi è trattenuta dall'attrazione del piano PP negativo, e dall'ostacolo dell'aria interposta ai due piani. Quindi cotesto bottone avendo una porzion del suo elettrico naturale attratta non da lui, ma dal piano PP, si comporta come se fosse spogliato di tal porzione, e dovrà ricever elettrico da un corpo elettrizzato per eccesso. Toccate adunque il detto bottone colla palla positiva della pila, la quale essendo, come vedremo, una sorgente incessante di elettrico, farà che la palla somministri al bottone non solamente tanto elet-

trico, quant'è la porzione del naturale del bottone attratta verso il piano PP; ma eziandio gli comunicherà quel di più necessario per caricarlo positivamente ad una tensione uguale a quella della palla medesima. Dunque il bottone per la vicinanza del piano negativo ha ricevuto dalla palla della pila una carica positiva assai maggiore di quella, che riceverebbe senza la vicinanza del detto piano negativo.

30. La cosa potete metter sott' occhio a questo modo. Levate il piano PP, e ridotte le fogliette in istato naturale, toccate il bottone TT colla palla della pila, impugnando sempre la base di questa colla mano, e notate l'apertura delle foglietté. Tornatele poscia in istato naturale, e sovrapposto ai briccioli di cera lacca il piano PP, elettrizzate prima questo piano negativamente colla base della pila, e poi positivamente colla palla il bottone. Fatto ciò, levate il piano PP, e tosto le foglietté si apriranno colla maggior violenza, indizio evidente della maggior carica ricevuta dal bottone.

Così pure si farà più capace di carica negativa il detto bottone, quando sia stato prima elettrizzato positivamente il piano PP a lui vicinissimo. Laonde in generale si conchiuda, essere i conduttori più capaci di carica quando abbiano in vicinanza altro conduttore elettrizzato di elettricità contraria a quella che si vuol loro comunicare; e meno capaci quando l'elettricità del conduttore vicino sia simile a quella con che si vogliono elettrizzare.

31. Ma di più: se il conduttore che si avvicina ai corpi da elettrizzarsi fosse anco in istato naturale, li renderebbe tuttavia più capaci di carica. Imperciocchè essendosi già veduto (§. VI. 22) che stando il bottone dell' Elettrometro vicino a un positivo, l'elettrico natural del bottone è forzato a ritirarsi, e quindi a render negativo il bottone; oppure ad accomularsi nel bottone, e farlo positivo, quando sia vicino a un negativo; ne viene, che un conduttore il quale in istato naturale si avvicina ad un altro elettrizzato, non può quel conduttore mantenersi in vero stato

naturale; ma la sua estremità più vicina all' elettrizzato, dee trovarsi per via di pressione in uno stato di elettricità contraria a quella dell' elettrizzato. Questa verità, che è della massima importanza, proviamola coll' esperienza. Isolate l' Elettrometro posandone la sua base metallica sopra due bastoncelli di cera lacca, e poscia caricate positivamente colla palla della pila la detta base. Questa carica si diffonderà eziandio per le due listerelle di stagno incollate internamente sulle pareti dell' Elettrometro, ed essendo positiva, forzerà per via di pressione l' elettrico naturale delle due foglette a ritirarsi di sotto in su, e a renderle perciò negative, come in fatti lo dimostra la loro apertura, che troverete negativa. E similmente elettrizzando invece negativamente le base dell' Elettrometro, e con essa le due listerelle di stagno, si aprono le foglette per l' elettrico natural del bottone, che di questo passa nelle foglette, e le tiene aperte con elettricità positiva. Se dunque un conduttore per la sola vicinanza di altro elettrizzato, si elettrizza di elettricità contraria, ne viene che lo elettrizzato, per la vicinanza di quel conduttore, si farà più capace di carica.

Nel numero precedente abbiamo reso più capace di carica il bottone TT avvicinandogli il piano PP elettrizzato di elettricità contraria a quella che si voleva dare al bottone; ed ora vedrete, che prendendo in mano il piano PP senza elettrizzarlo, e tenendolo sempre colla mano in comunicazione col suolo, e poggiato sui bricciòli di cera lacca, vi renderà il bottone più capace di carica positiva o negativa, come se quel piano PP l'avesse prima elettrizzato con elettricità contraria.

32. Ho detto che il piano PP sia comunicante col suolo tenendovi sopra la mano, e ciò perchè il detto piano abbia a rendersi più facilmente negativo o positivo, secondo che si avvicina al bottone TT positivo o negativo. Per altro ove il piano PP comunicasse con altro conduttore anche isolato, ma però di molta superficie, si avrebbe all' incirca lo stesso effetto, cioè la

maggior capacità di carica nel bottone TT. Imperciocchè l' elettrico naturale del piano PP troverebbe altresi in tal conduttore di molta superficie uno sfogo sufficiente per far negativo quel piano avvicinato al bottone TT positivo; oppure si farebbe positivo il piano PP, ricevendo elettrico sufficiente dallo stesso conduttore di molta superficie.

33. E tornando alla minor capacità per la carica elettrica nei conduttori, che abbiano vicino ne' elettricità simile a quella, che si vuol loro comunicare (§. VII. 30); osservato come si può togliere affatto la detta capacità per tal vicinanza. Elettrizzato un cilindro metallico vuoto internamente, calate giù in tal cilindro (che dicesi il Pozzo elettrico) una palla pur di metallo in istato naturale, tenendola sempre isolata con un filo di seta. Questa palla anche toccando il fondo del pozzo non può mai elettrizzarsi: vale a dire essa non ha capacità veruna per la carica, perchè circondata da elettricità simile a quella, che si vorrebbe ad essa comunicare con quel toccamento. Per lo contrario portata la palla a toccare l' esterna faccia del pozzo riceve una carica, e ciò perchè dall'emisfero della palla più vicino al pozzo, che suppongo positivo, può ritirarsi l' elettrico natural della palla, e raccogliersi nell' emisfero più lontano, non trovando impedimento di elettricità simile, come il trovò prima laggiù nel pozzo. E però dovete conchiudere, che un conduttore in istato naturale toccando un altro elettrizzato, intanto si elettrizza, in quanto che l' estremità sua più vicina all' elettrizzato divien negativa, se questo è positivo, o positiva se negativo.

E siccome per ciò che si è detto sull' elettricità di pressione, (§. VI. 20) l' estremità più lontana di tal conduttore da elettrizzarsi, si elettrizza similmente al corpo elettrizzante, ne viene che quanto sia più lontana la detta estremità, deve crescere la capacità per la carica di tal conduttore. Per esempio nella sperienza testè riferita del pozzo elettrico, se invece di toccar l' esterna faccia del pozzo con una palla, si adoperasse un cilindro orizzon-

tale di eguale superficie come la palla, si troverebbe il cilindro più capace di carica; perchè il cilindro tien lontana, più che non farebbe la palla, quella di lui estremità, che si trova elettrizzata similmente al pozzo.

§. VIII.

STRUMENTI ELETTRICI, CHE RISULTANO DALLE DOTTRINE SOVRAESPOSTE.

I.

ELETTROFORO.

34. La tenacità soprannotata (§. IV. 12) nelle sostanze isolanti, e specialmente resinose di ritenere aderente alle lor superficie l'elettrizzamento una volta acquistato, per forma di non volerlo ceder nemmeno agli ottimi conduttori, che venissero a toccarle, fu applicata alla costruzione dell'Elettroforo.

Esso è composto 1.° di uno strato di resina AB (fig. 5.) contenuta in un piatto metallico CD. 2.° Di un piano metallico EF circolare, un po' più piccolo dello strato di resina, ed armato d'un manico isolante GH. Questo piano dicesi lo scudo dell'Elettroforo.

Elettrizzata per eccesso la faccia superiore della resina AB, sovrapponga si a questa lo scudo, tenendolo pel suo manico isolante; indi posto in comunicazione il piatto inferiore EF collo scudo, facendo arco colla mano, scoppia una scintilla dallo scudo. Questa scintilla non è già elettrico eccessivo ceduto allo scudo dalla faccia resinosa; ma è l'elettrico naturale dello scudo forzato a passare dallo scudo alla mano, per la pressione della carica positiva aderente alla faccia resinosa AB. Dopo lo scoppio di tal scintilla, lo scudo sembra in istato naturale, avendo esso

perduta quella porzione di elettrico naturale, che non può ritenere in vicinanza della elettricità positiva della faccia resinosa. Ma levato lo scudo, prendendolo pel suo manico isolante, e perciò allontanato da quella elettricità positiva della resina, riceverà l'elettrico dal dito, o da altro conduttore comunicante col suolo; cioè scoppierà una scintilla dal dito allo scudo, e rimetterà questo nel vero suo stato naturale. Riposto lo scudo sulla faccia resinosa, che niente ha perduto della sua carica, tornerà lo stesso gioco di prima, e così di seguito.

Che se la faccia resinosa fosse elettrizzata negativamente, il che si fa stropicciandola con una pelliccia, si avranno gli stessi fenomeni; ma in senso contrario: vale a dire lo scudo posato sulla resina riceverà elettricità dal dito, e a questo lo cederà, allontanato che sia dalla resina.

II.

QUADRO MAGICO E BOTTIGLIA DI LEYDEN.

35. Nella sperienza riferita al §. VII. 27. 28. dei piani metallici coi frantumi di cera lacca interposti, si fece uso di una tensione elettrica incapace di vincer l'ostacolo dell'aria frapposta ai piani; ma però atta a produrre elettricità di pressione. Se impertanto levati i frantumi di cera lacca, s'interponesse fra i due piani metallici una lastra di cristallo, sarebbesi allora costruito il Quadro magico, che qui rappresento colla Figura 6; cioè una lastra AB di cristallo, che tiene incollata una foglia metallica in ciascuna superficie, l'una opposta all'altra, e ciascuna più piccola della lastra. Essendo questa, comunque sottile, un ostacolo di gran lunga più resistente al passaggio dell'Elettrico, di quel che l'aria; potrà l'armatura, o piano metallico ricever elettrico eccessivo, anche di tensione assai forte, senza pericolo che se ne comunichi all'inferiore armatura D; ma in tanta vicinanza

agirà però fortemente la pressione, che renderà negativa l'armatura inferiore D, ove questa comunicasse col suolo; e perciò crescerà a dismisura la capacità per la carica nell' armatura superiore C. Se dunque, comunicando col suolo l'armatura inferiore D, voi tenete la palla della pila in contatto coll' armatura superiore C, questa dopo un certo tempo, l' avrete bensì carica allo stesso grado di tensione della palla; ma tanta sarà questa carica, che toccando poscia con una mano l' armatura inferiore, e con l' altra la superiore, sgorgherà da questa elettrico sufficiente a darvi una piccola scossa. E questo effetto crescerà di gran lunga, caricando l' armatura a tension maggiore di quella della pila, qual sarebbe la tensione di una buona macchina elettrica.

36. Dite lo stesso della Bottiglia di Leyden. Essa pure altro non è che un quadro magico, ridotto a forma più comoda per le sperienze; cioè una lastra isolante interposta fra due armature metalliche non comunicanti fra loro. La Figura 7 vi presenta una bottiglia, che internamente contiene della limatura metallica, od una foglia metallica sino all' altezza AC; ed esternamente, fino all' altezza medesima, vi sta incollata altra foglia metallica A C B D. Di più un filo metallico E H P, inserito nella bottiglia, tocca l' interna armatura, e termina di sopra nella palla E, la quale comunicando colla pila, o colla macchina elettrica, elettrizza l' interna armatura, e l' esterna intanto comunica col suolo. Laonde qui pure, come nel quadro magico, la capacità per la carica si aumenta per la molta vicinanza di due piani metallici, fra i quali non può tragittare l' elettrico; perchè impedito dalla grossezza della lastra isolante: ma uno di questi comunicando col suolo, si elettrizza più e più in senso contrario dell' altro, ed in ciò appunto sta la ragione dell' aumentarsi la capacità sua per la carica.

III.

CONDENSATORE.

37. Lo scopo di questo si è di rendere visibile una tensione elettrica, che per sè stessa senza l' uso dell' istromento sarebbe affatto impercettibile. E già un saggio ne abbiam dato nella sperienza del paragrafo VII. 27. 28; dove per la vicinanza del piano PP (fig. 4) comunicante col suolo, la palla della pila, comunicava al bottone TT una carica ben maggiore di quella, che esso avrebbe ricevuto senza la vicinanza del detto piano PP. Ora supponete, che la tension della palla fosse così piccola da darno appena un qualche segno all' elettrometro: in tal caso sovrapposto ai briccioli isolanti del bottone TT il piano PP comunicante col suolo, e toccando colla palla il bottone, dovrà questo ricevere una maggior carica; per cui levato il piano PP si manifesterà quest' aumento di carica ricevuta dal bottone colla maggior apertura delle foglette. Dunque un corpo elettrizzato potrebbe avere sì debole la sua tensione da non poterla riconoscere nemmeno col più delicato elettrometro; ma usando dei due piani nel modo qui esposto, si potrà renderla al tutto cospicua. Ond' è, che il Condensatore si può dir giustamente il vero microscopio elettrico, e per averlo assai squisito lo si costruisce nel modo seguente.

38. Si preparino due dischi metallici di quattro in cinque pollici di diametro, ed abbiano ciascuno una superficie ben appianata collo smiriglio, sulla quale si distenda un sottilissimo velo di vernice copale, esso pur levigato. Uno dei dischi s' innesti a vite sul bottone dell' Elettrometro colla faccia inverniciata al di sopra, e su questa vada a combaciarsi la faccia inverniciata dell' altro, che porta nel suo centro un manico isolante. Di questi due dischi quello annesso al bottone dell' elettrometro dicesi il *Collettore*

Il debolissimo ostacolo isolante dei due veli di vernice basta ad impedire il passaggio dell'elettrico di debolissima tensione da un disco all'altro; ma la somma vicinanza dei due piattelli fa che anche una debolissima tensione impercettibile alle fogliette dell' Elettrometro, comunicata che sia al collettore, possa operare per via di pressione sul piattello superiore, e render questo elettrizzato in senso contrario al collettore. E ciò basta per far crescere a dismisura nel collettore la capacità per la carica.

39. Fatene la prova con una bottiglia di Leyden dopo averla scaricata a segno, che toccato il solo collettore, senza l' altro disco superiore, non dia alcun indizio di tensione alle fogliette. Ma sovrapposto l'altro disco, e tenendolo colla mano in comunicazione col suolo, portate la palla della bottiglia a toccare il collettore per alcuni minuti secondi: indi tolta via la bottiglia, e levato il disco superiore, sarà visibilissima la tensione per la maggior carica ricevuta dal collettore.

PARTE SECONDA

DEGLI ELETTROMOTORI, E COSTRUZIONE DELLE PILE SECCHE.

40. Lo sfregamento è un mezzo efficacissimo per elettrizzare i corpi; ma non il solo. Altri se ne trovarono, e tra questi il più mirabile, scoperto dal gran genio del Volta, quello cioè di eccitare l'elettrico pel solo toccamento scambievole di due diversi conduttori, come sarebbero due differenti metalli. Generalmente si chiamano Elettromotori cotesti corpi, che posti a mutuo contatto fra loro, smuovono l'elettrico forzandolo a passare dall'uno all'altro. E questa loro facoltà elettromotrice vuolsi qui considerare:

1.° fra conduttori secchi; quali sono i metalli, gli ossidi metallici, e i carboni.

2.° fra i detti conduttori secchi, e gli umidi.

§. I.

FACOLTÀ ELETTROMOTRICE FRA SECCO E SECCO.

41. Applicate il condensatore già sopra descritto (§. VI. 38) all'Elettrometro, e preso fra le dita un pezzo di zinco (fig. 8) portatelo a toccare l'ottone O del collettore OP, e mentre lo tocca fate comunicare il piattello superiore ED col terreno. Do-

po ciò, tolto via il zinco Z da quel contatto, e levato il piattello superiore ED, le foglietto dell'Elettrometro si aprono tostamente da una in due linee, e si trovano elettrizzate negativamente. Ciò prova che il zinco Z toccando l' ottone ha tolto a questo del suo elettrico naturale, che passò al terreno per mezzo del vostro corpo, e quindi l' ottone è rimasto negativo.

Volendo maggiore l'apertura delle fogliette abbiatevi un altro condensatore rappresentato dai due piattelli AB CD nella Fig. 9, il cui piattello collettore CD sia di rame o di ottone, che in tali esperienze si comporta e un di presso come il rame. Indi col pezzo di zinco Z tenuto in mano, toccate il piattello CD, e poscia levato il zinco, e dopo di questo anche il piattello collettore CD pel suo manico isolante EF, portate questo piattello a toccare il collettore del condensatore annesso all' Elettrometro, e replicando dieci o dodici volte quest' operazione, avrete accumulata tanta carica nel collettore OP dell' Elettrometro, che levato il piattello superiore ED, le fogliette divergeranno anche più di un pollice.

42. Si adopera il zinco in queste sperienze come più efficace nel rapire l' elettrico agli altri conduttori secchi; ma questa facoltà, sebbene in vario grado, è però comune a tutti i conduttori secchi, quali sono i metalli, gli ossidi metallici, e le sostanze carbonose. Eccovi la scala dei principali Elettromotori secchi, nella quale i superiori cedono l' elettrico agl' inferiori.

Ossido nero di manganese
Carbone
Piombaggina
Oro
Argento
Rame
Ferro
Piombo

Mercurio
Stagno
Zinco.

43. In questa scala è da notarsi:

1. Che tanto è maggiore la forza elettromotrice di due conduttori secchi posti a mutuo contatto, quanto più sono fra loro distanti nella scala. Il rame a. g. spigne l'elettrico assai più nello stagno che nel mercurio, e più nel zinco che nello stagno. E però la massima forza elettromotrice, e quindi la massima tensione elettrica, sarà quella dei due estremi della scala, cioè dell'ossido nero di manganese accopiato col zinco.

2. In questa scala degli elettromotori la forza con cui un metallo spiege l'elettrico in un altro toccato dal primo immediatamente, è la stessa con cui ve lo spiege nel caso, che tra i due metalli s'interponessero altri metalli di qualunque numero e specie. A cagion d'esempio se abbiasi da una parte una piletta di piastre metalliche disposte a questo modo.

Rame
Stagno
Piombo
Ferro
Zinco

Il rame alla cima spinge l'elettrico nel zinco, che sta da basso colla stessa forza, come se il rame toccasse immediatamente quel zinco.

3. La forza elettromotrice è sempre della stessa attività sieno i due metalli in istato naturale o no. Se p. e. il zinco sia positivo ed anche il rame, ed ambedue ad egual tensione finchè sta l'uno separato dall'altro; non conservano più la stessa tensione quando si mettano a contatto l'uno coll'altro: perciocchè per tal

contatto la forza elettromotrice fa che il zinco tolga al rame dell' elettrico, per cui stando così accoppiati, il zinco è più positivo, e men positivo il rame. E se fossero amendue egualmente negativi prima di toccarsi; nel toccamento il zinco rubando elettrico al rame diviene men negativo, e più negativo il rame.

§. II.

FACOLTÀ ELETTROMOTRICE FRA SECCO ED UMIDO.

44. Per provare la forza elettromotrice fra secco ed umido abbiasi per conduttor secco un piattello di zinco di tre in quattro pollici di diametro, e sia guernito di un manico isolante. Riguardo all' umido siavi un piano di cartone umettato coll' acqua, non però a segno di lasciare un velo acqueo sulla faccia del zinco combaciato sul cartone. Ora sovrappoendo il zinco sull'umido del cartone, indi levato il zinco sempre isolato, lo si porti a toccare il collettore del condensatore annesso all' elettrometro, e replicando più a più volte quest' operazione, si troverà elettrizzato negativamente il detto collettore. Ciò mostra, che anche fra un secco com' è il zinco, e l' umido del cartone esiste una forza elettromotrice: e che il zinco, cui cedono elettrico tutti i secchi, esso invece lo comunica all' umido, e ne divien perciò negativo.

45. In questo contatto fra secco e umido non si trova quell' ordine già notato fra secco e secco nel paragrafo precedente N. 2. Posto e. g. che il rame spinga l' elettrico nel zinco con forza eguale a dodici, e questo zinco spinga l' elettrico nell' umido acqueo con due gradi di forza; non si verifica, come nei secchi, che il predetto rame toccando l' umido immediatamente spinga in quest' umido l'elettrico con forza eguale a quattordici; perchè ve lo spinge con forza di gran lunga minore.

46. Alcuni acidi molto forti, e liquori alcalini toccando certi metalli dispiegano una forza elettromotrice assai notabile: ma l' a-

equa pura od anche impregnata di sali, toccando i metalli la dimostra assai debole. Quindi è che toccando essa il rame, ed il zinco si considera qual *conduttrice* soltanto dell' elettrico, e non *elettromotrice*.

47. Questa proprietà dell'acqua conduttrice quando tocca un metallo, vuolsi qui dimostrare con un' apposita sperienza.

Prendete una coppia di rame e zinco, Fig. 10. e posato il rame R sulla mano, portate il zinco Z, che gli sta sopra, a toccare con un suo punto *m* l' ottone del collettore annesso all' Elettrometro, e non vedrete alcun segno di tensione; e ciò viene dal non poter il zinco trasmettere all' ottone la carica ricevuta dal rame, trovandosi nell' ottone, che tocca il zinco una forza elettromotrice uguale e contraria, alla forza diffusiva dell' elettrico, che carica il zinco.

Ma se il zinco Z abbia sopra di sè un cartoncino umettato d' acqua U, e questo vada a toccare il collettore dell' Elettrometro, si vedranno le foglietta divergere per elettricità positiva. Imperciocchè in questo caso l' umido U interposto fra l' ottone al di sopra, ed il zinco al di sotto impedisce all' ottone di esercitare col zinco quella forza elettromotrice, che si sarebbe opposta alla diffusione dell' elettrico dal zinco nell' ottone. E perciò la carica del zinco comunicandosi all' acqua del cartoncino, passa dipoi da questo nell' ottone del collettore.

Che se rivoltata la coppia metallica, tenete sulla mano il zinco, e su questo il rame coperto dell' umido; troverete il collettore altrettanto negativo, quanto era positivo nel primo caso.

48. Dal sin qui detto conseguita, che data una coppia di rame e zinco, posti a immediato contatto, come si vede nella Fig. 11, e messo sul zinco un cartone umettato U, che prolungandosi in forma d' arco *m n*, vada in *n* a toccare il rame, si avrà un circolare perpetuo dell' elettrico per questi tre corpi. Difatti smosso l' elettrico dal rame nel zinco, l' umido lo riconduce nel rame, donde seguita a passare nel zinco, e così di seguito.

A render sensibile il continuo giro dell' elettrico nel caso detto, basta interporre la lingua fra una piastrella di rame, ed un' altra di zinco; poichè all' atto che le due estremità dei metalli sporgenti fuor della bocca, si mettono a contatto, sentesi sulla lingua un sapore piccante e continuo finchè dura quel toccamento. La lingua fa qui pure l' uffizio di conduttor umido, che trasmette l' elettrico del zinco al rame, e questo per forza elettromotrice lo ricaccia sempre nel zinco, ed i nervi della lingua si risentono di quel continuo circolar dell' elettrico.

Le scosse che provano le rane pel contatto di due diversi metalli dipendono dalla stessa causa; cioè il corpo della rana è il conduttor umido, che trasmette l' elettrico dal metallo positivo al negativo.

§. III.

DELLA PILA VOLTIANA.

49. Questo apparecchio sì famoso, sorgente di scoperte le più ammirabili nella Fisica, e nella Chimica, si compone di una serie di coppie elettromotrici secche, comunicanti l' una con l' altra per mezzo dell' umido. Abbiasi a tal uopo alcune piastrelle di rame con altrettante uguali di zinco, ed accoppiata una di rame con altra di zinco, si formino le coppie elettromotrici secche. Più comodo riesce il fare d' una piastra di rame, ed altra di zinco una sola piastrella, saldando faccia a faccia l' un metallo sull' altro con qualunque saldatura metallica.

Per conduttori umidi servono dei pezzi di cartone o di panno un po' più piccoli delle coppie metalliche, inzuppati di acqua ben impregnata di sale (l' ammoniaco è il migliore) oppure di acqua acidata con un vigesimo del suo peso di acido nitrico, o solforico.

Preparati così gli elementi dell' apparato, si viene a costruir-

lo nel modo seguente. Collocata sopra una tavola una coppia di rame e zinco, si sovrappone al zinco un cartone imbevuto della già detta soluzione acida o salina, e sopra questo cartone una seconda coppia di rame e zinco, egualmente disposta come la prima. Dopo la seconda coppia viene un secondo cartone, e su questo la terza, e così seguitamente fino al numero di cinquanta in sessanta coppie, sempre interpolate dal cartone umettato, e tutte situate col rame al di sotto, o al di sopra come la prima.

Queste coppie metalliche potrebbero esser larghe abbastanza per sorreggersi da sè medesime, e formare stabilmente una colonna o piliere. Ma chi voglia meglio assicurarle, è mestieri innalzare sulla tavola quattro colonette di vetro isolanti, e rinserrare fra queste la pila; avvertendo, che le colonnette non contraggano umido dai cartoni, sicchè inducano comunicazione fra le coppie superiori e le inferiori; il che avvenendo dovranno bene asciugarsi prima di procedere alle sperienze. Le due estremità della pila portano il nome di *poli*, e si contraddistinguono chiamando l' un *polo rame*, e l' altro *polo zinco*.

50. Venendo ora agli effetti, o fenomeni dell' apparecchio già formato, si possono questi ripartire in quattro specie, vale a dire: Fisici, Fisiologici, Chimici, Magnetici.

Effetti Fisici, e si riducono alla tensione elettrica; cioè questa Pila è un corpo conduttore, che per la sola sua costruzione sta elettrizzato da sè medesimo a un certo grado di tensione colle seguenti leggi.

1. *La tensione elettrica della Pila Voltiana comunicante per uno dei suoi poli col suolo, va crescendo verso l' altro polo isolato in ragione del numero delle coppie.*

Si verifica questa legge esplorando coll' Elettrometro ajutato dal condensatore la varia tensione elettrica della Pila nelle varie coppie, che la compongono; veggendosi costantemente la tensione della prima coppia comunicante da basso col suolo esser la minima, e quella dell' altre coppie che seguono crescere a misu-

na che più s'avvicinano all' altro polo isolato, nel quale perciò si trova il grado massimo di tensione. Ond' è che colla giunta di altre ed altre coppie, vedesi finalmente il polo isolato della pila dar segni distinti della sua tensione all' Elettrometro senza bisogno del Condensatore.

Si noti però, che il polo isolato d'una pila anche di cento coppie di rame e zinco, toccando immediatamente il bottone dell' Elettrometro il più squisito, non fa divergere le foglaette di questo, che poco più di due linee.

Questa tensione crescente secondo il numero delle coppie si troverà sempre positiva, quando il polo rame comunichi col suolo, e rimanga isolato il polo zinco; e sempre negativa nel caso contrario. Perocchè la stessa pila può dare la tensione crescente tutta positiva, o tutta negativa, secondo che il polo rame, o il polo zinco si fa comunicare col suolo.

51. Questa prima legge, che è la fondamentale di tutte le altre, vuol esser qui spiegata accuratamente, dandone la ragione colle dottrine precedenti.

Da queste abbiamo imparato 1. Che il zinco a contatto del rame si elettrizza per eccesso; e supposto il polo rame comunicante col suolo, dee questo rame risarcirsi dal suolo di tutto l'elettrico che ha ceduto al zinco: quindi lo stato del rame sarà sempre *naturale*, senza tensione di sorta, qualunque sia la quantità di elettrico da lui ceduto.

2. Che l'umido del cartone interposto fra il zinco della prima coppia ed il rame della seconda, si dee considerare qual semplice conduttore, che trasmette l'elettrico eccessivo del zinco a sè medesimo, ed ancora al rame e zinco della seconda coppia. Poichè essendo il cartone col rame e zinco della seconda coppia tre conduttori comunicanti col zinco elettrizzato della prima, deono tutti tre elettrizzarsi allo stesso grado di tensione di esso zinco; cioè il rame della prima coppia comunicando col suolo, caverà da questo tanto elettrico da caricar per eccesso il zinco,

cui tocca immediatamente, ed il cartone col rame e zinco della seconda coppia, tutti quattro allo stesso grado di tensione positiva.

Se non che il rame altresì della seconda coppia dee sviluppare la sua forza elettromotrice col zinco della stessa coppia, e spinger l'elettrico nel zinco medesimo per modo, che lo stato di esso zinco sia più positivo dello stato positiva del rame (§. I. N. 43. Nota III). Quindi il zinco della seconda coppia, oltre l'elettrico eccessivo che riceve come conduttore dagli altri sottoposti, ne dee ricever un' altra egual quantità come elettromotore dal rame cui sta congiunto nella seconda coppia; quantità che il rame di questa coppia caverà dal terreno per mezzo degli altri conduttori a lui sottoposti. Il zinco dunque della seconda coppia avrà una tensione maggiore del zinco della prima, e per le stesse cause il zinco della terza l'avrà maggiore del zinco della seconda, e così andrà via via crescendo la tension positiva nei zinchi delle coppie sopravvenienti.

Che se invece il polo zinco comunicasse col suolo; e rimanesse alla cima della pila isolato il polo rame, il raziocinio medesimo ci porta a conchiudere, che il polo zinco comunicante col suolo si mantiene in istato naturale, e salendo su per la pila, si sviluppa una tension negativa crescente secondo il numero delle coppie.

2. *Isolati amendue i poli della pila, alla metà di questa non vi ha tensione di sorta; e da questa metà verso il polo zinco si trova crescente la tension positiva, ed altrettanto negativa crescente dalla detta metà verso il polo rame.*

L'Elettrometro coll'ajuto del Condensatore mette parimenti sott'occhio questa seconda legge. E la ragione sta in ciò che data una sola coppia di rame e zinco, se ambedue questi metalli fossero isolati, operando tuttavia fra i medesimi la forza elettromotrice, il zinco dee farsi positivo a spese del rame, il quale non potendo risarcirsi dal terreno, perchè isolato, si renderà al-

trettanto negativo. Or quello che avviene in ambedue i metalli di una sol coppia isolata, che cioè una metà di questa è positiva, e l'altra metà altrettanto negativa, accade pure nella pila isolata in ambedue i poli; che cioè una metà della pila si rende positiva a spese dell'altra metà, che altrettanto sarà perciò negativa.

Ed infatti sia una pila isolata in ambedue i poli RZ, (fig. 12) e tolgasi la metà superiore rZ di questa pila, restando l'umido U alla cima della metà inferiore Se quest'umido U si faccia comunicare col suolo, si avrà anche il polo Z comunicante col suolo; e quindi per la legge precedente questo polo sarà in istato naturale, e da questo polo Z all'altro R isolato si avrà la tension negativa crescente. E ciò vuol dire, che la pila inferiore z R scarica nel suolo una certa dose del suo elettrico naturale corrispondente al numero delle sue coppie. Ora, se anche la pila superiore rZ si consideri comunicante col suolo pel suo polo r, si avrà pur questo polo in istato naturale, e la tension positiva crescente da r fino in Z; cioè questa pila superiore cava dal terreno una dose di elettrica proporzionato al numero delle sue coppie. Impertanto sovrapposta la pila superiore rZ alla inferiore zR, e rimanendo isolati anche i due poli contigui Zr, la inferiore non potrà scaricare il suo elettrico naturale nel terreno per il polo r, e lo scaricherà invece nella pila superiore rZ, trovando nella superiore egual numero di coppie alle sue; e quindi la superiore si farà positiva, ed altrettanto negativa l'inferiore. I poli rZ contigui resteranno in istato naturale, come se amendue comunicassero col suolo: perciocchè Z trova nella pila superiore quanto basta per isfogarvi l'elettrico naturale della inferiore, come se questo polo Z comunicasse col suolo; ed egualmente il polo r trova nel contiguo Z tanto elettrico da caricar per eccesso la pila superiore, come se r comunicasse col suolo.

Da ciò chiaramente conseguita, che una pila isolata in ambedue i poli avrà in ciascun polo la metà di quella tensione, che

dispiegherebbe questo polo medesimo nel caso che l' altro comunicasse col suolo.

3. *La tensione elettrica d' una pila composta di un certo numero di coppie è sempre della stessa misura, qualunque sia il diametro od ampiezza delle medesime.*

Preparate due pile collo stesso numero e qualità di metalli, e collo stesso umido nei cartoni, e diverse soltanto nella larghezza delle coppie metalliche; troverete eguale in ambedue la tensione massima del polo isolato.

Nè la cosa può essere altrimenti: imperciocchè la tensione dipende unicamente dalla forza elettromotrice del mutuo contatto fra i due metalli d' ogni coppia, e la detta forza elettromotrice non può crescere coll' aumentarsi l' ampiezza delle coppie; perchè è la stessa in ogni punto di contatto metallico, qualunque sia il numero di questi punti. Due pile eguali nel numero, ma diverse nella larghezza delle coppie rassomigliano a due vasi cilindrici diversi in larghezza, ma aventi l' acqua all' altezza medesima. La quantità dell' acqua è ben diversa nei due vasi; ma però preme con forza eguale tanto ogni punto del fondo più largo, quanto ogni punto del fondo più stretto. Così è delle due pile suddette; la quantità dell' elettrico sviluppato, cioè la carica è maggiore bensì nella pila più larga, ma la tensione è la medesima in amendue; avendo ciascuna una carica proporzionale alla sua capacità, cioè alla superficie delle coppie metalliche.

4. *La tensione elettrica della Pila si dispiega bensì più o men prontamente, secondo che è più o men conduttore l' umido interposto alle coppie; ma il grado della tensione è sempre lo stesso in tutti i casi.*

Quando si misura la tension massima di una pila, o questa abbia i cartoni inzuppati della miglior soluzion conduttrice, come sarebbe l' acqua acida o salata, o sieno imbevuti soltanto di acqua pura, od abbiano infine la sola umidità lor naturale, le foglette dell' Elettrometro si allargano in ciascun caso colla stes-

sa apertura: ma nel primo caso basta un toccamento brevissimo, e per così dire istantaneo del bottone dell' Elettrometro col polo della pila per allargar le fogliette a quel grado; laddove nel secondo caso ci abbisogna un toccamento più lungo, e più ancora nel terzo.

55. A spiegar quest' ultima legge basti il considerare, che le acque acide o salate sono conduttori assai migliori dell' acqua pura; e però deono trasmetter più prontamente l' elettrico da un polo all' altro della pila. Ma perchè il grado della sua tensione si suppone dipender unicamente dalla forza elettromotrice del mutuo contatto fra i due metalli d' ogni coppia, e cotal forza riman sempre dello stesso vigore, qualunque sia la facoltà conduttrice dell' umido interposto alle coppie; ne viene, che variando la facoltà condottrice dell' umido, varierà soltanto la prontezza, ma non il grado della tensione.

56. Oltre la tensione vi sono degli altri effetti o fenomeni della pila.

1. *Effetti Fisiologici*; cioè le varie sensazioni, che prova il corpo animale comunicante con amendue i poli della pila voltiana: la scossa, il sapor sulla lingua, il bruciar sulla pelle, ed i lampi di luce negli occhi.

2. *Gli effetti Chimici*; e s' intendono quelle alterazioni di sostanza prodotte nei corpi, che formano parte dell' arco, che congiunge i poli della pila: tali sono le combustioni e ossidazioni dei metalli; la scomposizione dell' acqua, e di altri composti nei loro principj costituenti.

3. *Gli effetti Magnetici*; e si manifestano nel filo, che congiunge i due poli, il quale, purchè sia buon conduttor dell' elettrico, acquista le proprietà della calamita, e può comunicarle al ferro ed all' acciajo come fanno le ordinarie calamite.

§. IV.

DELLE PILE SECCHE.

57. Quanto sono ammirabili gli effetti fisiologici chimici etc. della Pila Voltiana, altrettanto è spiacevole il non poterli avere se non per via di umido salino od acido, che interposto alle coppie vicne a guastare i metalli, ossidandoli prestamente: sicchè la energia medesima di codesto apparato, il germe altresì diventa della sua distruzione. Ma non è così del suo effetto fisico, cioè della tensione elettrica, che si manifesta nell'Elettrometro; essendosi già veduto nella legge quarta del Paragrafo precedente, che la detta tensione, sebbene più tarda, dispiegasi tuttavia allo stesso grado anche coi cartoni, che abbiano soltanto il loro umido naturale, incapace di ossidare i metalli. Adonque rinunziando agli effetti più strepitosi, quali sono i fisiologici, chimici, etc. si è coltivato da altri, il solo fisico ossia la tensione collo scopo 1. di conservarla indefettibile nella pila; 2. di accrescerla a tal grado da poterne fare qualche uso. Imperciocchè ridotta la pila voltiana a non produrre altro effetto che la sola tensione elettrica, cotesto effetto anche col numero di cento coppie è tanto esile, che senza l'ajuto del condensatore si rende appena visibile all'Elettrometro più squisito.

58. Per conseguire il primo intento si adoperò il solo umido naturale della carta interposta alle coppie metalliche; perocchè cotal umido

1. è conduttor sufficiente per trasmetter l'elettrico di coppia in coppia.

2. non può ossidare i metalli, e perciò questi conservano sempre attiva la loro forza elettromotrice.

3. quest'umido non può mancar totalmente nella carta, nemmeno in tempo secco nei nostri climi.

Quanto all'altro scopo, cioè di avar la tensione cresciuta a

grado di poterne fare qualche uso d'importanza, bisognava trovar modo di costruir una pila, che in piccola mole, e con poca spesa contenesse gran numero di coppie elettromotrici, e senza l'incomodo di troppo peso.

59. A tal uopo mi serviranno dapprima le carte così dette di oro e d'argento, o a dir vero di rame e stagno. Prendasi un nastro largo un pollice della detta carta d'argento, ed altro uguale di carta d'oro, e combacciate l'una sull'altra le due faccie metalliche per lo lungo, sicchè i due metalli si tocchino immediatamente l'un l'altro; tagliate per traverso ambedue i nastri così accoppiati, cavandone ad ogni taglio una coppia di due quadretti ciascun di un pollice. E ponendo mente, che tal quale è caduta la prima coppia, e. g. col rame al di sotto, e lo stagno che lo tocca al di sopra, tale altresì sulla prima discenda la seconda coppia, e su questa similmente la terza; così a mano a mano avrete una serie di coppie di rame e stagno, divise l'una dall'altra per due grossezze di carta, come rappresenta la Fig. 13; cioè incominciando da basso si avrà prima l'ignuda *carta*, poi la foglia di *rame*, che tocca quella di *stagno*; indi due grossezze di carta; poscia un'altra coppia elettromotrice di rame e stagno, e così via via collo stesso ordine sinchè alla cima avremo la carta ignuda.

Disposte in tal guisa cinque o sei coppie di rame e stagno, e posata la ignuda carta dappiè sulla mano, per farla comunicare col suolo, fate toccare la sommità di questa piletta col piattello collettore del Condensatore annesso all'Elettrometro, durando per alcuni secondi in quel toccamento, e facendo intanto comunicare col suolo l'altro piatto del Condensatore: poscia levata la piletta dal collettore, e tolto il piattello superior del Condensatore, si vedranno divergere per tension positiva le foglierte; e per altrettanta negativa, se capovolta la piletta ripetasi lo sperimento collo stagno in ciascuna coppia al disotto del rame. E questo effetto si farà vedere all'Elettrometro dopo un toccamento

più o men lungo, secondo la maggiore o minore umidità della carte.

60. Ma se vogliasi la tensione immediatamente visibile sull'Elettrometro, senza l'intervento del Condensatore, bisogna unire insieme da due cento circa delle dette coppie, e dopo averle compresse l'una contro l'altra, legare la pila, come si farebbe d'un mazzetto di carte, con fili di seta incerata. Allora fatto comunicare col suolo un capo di detta pila, si porti l'altro a toccare il bottone dell'Elettrometro, e le foglielte di questo divergeranno subitamente da tre in quattro linee, positive o negative, secondo che il bottone sarà toccato dal polo stagno o dal polo rame della pila.

L'estremità o polo isolato della pila, che toccando il bottone dell'Elettrometro ne fa divergere le foglielte il diremo *polo agente*; e *polo comunicante* l'altro, che resta in comunicazione col suolo.

61. Ecco impertanto in queste carte d'oro e d'argento una miniera la più feconda di coppie elettromotrici per costruir pile anco di migliaja e migliaja di coppie con pochissima spesa, senza incomodo di peso e volume: e quindi una tensione, che rispondendo a tanto numero di coppie, potrà muovere per attrazione e ripulsione elettrica corpi ben più resistenti delle foglielte di un Elettrometro.

62. Non si creda però potersi accrescere la tensione elettrica coll'aggiunger coppie a coppie oltre ogni limite: imperciocchè attesa la poca facoltà conduttrice del solo umido natural della carta, l'elettrico non può attraversarla senza qualche tempo notabile. E perciò in una pila delle predette due carte ci bisogna un qualche tempo acciocchè l'elettrico passi e. g. dal polo rame *comunicante* col suolo al polo stagno *agente*, per produrre in questo tutta la tension positiva, che risponda al numero delle coppie.

Questo tempo dovrà esser tanto maggiore quanto più cresce

il numero delle carte, che ritardano il corso dell' elettrico. E già l' esperienza ci mostra, che mentre una pila di cinquecento coppie allarga di un pollice le foglietta dell' Elettrometro, una pila di mille si vede aprirle beosì a due pollici, ma più tarde di prima.

Ciò posto, essendo il polo agente d' una pila un conduttore elettrizzato in mezzo all' aria, corpo che non è mai perfettamente isolante, l' elettrico eccessivo del polo agente per la sua tendenza all' equilibro passerà nell' aria, e la tension positiva del polo verrebbe a scemare sino ad estinguersi, quando egli non ricevesse un sempre nuovo ristoro dalla fonte delle coppie sottoposte. Ora finchè l' elettrico verrà al detto polo con velocità maggiore di quella con che l' elettrico dal polo si scarica nell' aria, la tensione crescerà nel polo sino al grado, che porta il numero delle coppie. E se giunta la tensione a questo grado, tanto elettrico si versasse dal polo nell' aria, quanto in pari tempo ei ne riceve dalle coppie sottoposte, quel grado di tensione sarebbe tuttavia costante nel polo; ma si è veduto anzi rallentarsi l' elettrico lungo la pila al crescer del numero delle carte: dunque ove cotal numero eresca per modo da non puter l' elettrico arrivare nel polo agente a tempo de risarcirlo d' ogni sua perdita fatta nell' aria, la tensione elettrica del polo riuscirà minore di quella, che richiederebbe l' accresciuto numero delle coppie. E pertanto sopraccrescendo nuove coppie, e così ritardata vieppiù la corrente elettrica, avrà l' aria finalmente tutto l' agio di assurbire dal polo agente tutto l' eccesso, ed a spegnerne intieramente la tensione.

63. Questo limite oltre il quale, moltiplicando il numero delle copie, si verrebbe ad offendere la tensione elettrica del polo agente non si può cun regola generale determinare. Esso dipende principalmente dalla diversa facoltà conduttrice delle carte piu o meno umide; oltre a ciò dalla diversa ampiezza delle medesime, dalla lor compressione, e dalla varia temperatura e umi-

ilità dell'aria. E pertanto avendo questa pila di carte d'oro e di argento due grossezze di carta intermedie a ciascuna coppia elettromotrice, gioverà assaissimo ad accelerare il corso dell' elettrico l'attaccara una grossezza all' altra. Ciò si fa incollando con leggerissima colla d'amido il rovescio della carta d'oro con l'altro di quella d'argento; e come le carte sieno asciutte si passa a dividerle in coppie, per indi formarne la pila. In tal guisa addattandosi in ogni punto i due rovesci delle carte, ambedue acquistano nella facoltà conduttrice; e la tensione sviluppandosi più veloce, si potrà averla rispondente ad un numero maggiore di coppie.

64. Qualunque però sia la quantità e la velocità della tensione elettrica in una pila secca, il suo polo agente non potrà acquistare queste due qualità compiutamente senza le condizioni seguenti della maggior importanza.

1. *Il polo comunicante col terreno dee trasmettere a questo o da esso ricever l'elettrico; secondochè la pila è negativa o positiva, colla massima libertà possibile.* Quindi all'ultima carta appiè della pila sia bene addattata una piastra metallica, cui stia saldato un filo metallico, che si continui senza interrazione sino al terreno, od al muro. Dico filo metallico, escludendo le catene, e sempre usando la saldatura ove occorra la congiunzione d'un filo ad altro.

2. *Anche l'ultima carta in cima alla pila ove risiede il polo agente, sia coperta di piastra metallica, che porti similmente saldato un filo metallico. E dovendo essere isolato esso polo agente, si dovranno praticare per questo polo le avvertenze prescritte al principio della Parte I. per un esatto isolamento.* (§ II. 4).

3. *Volendo trasmettere la tensione del polo agente ad altri corpi conduttori, bisogna esser molto economici; altrimenti la si troverebbe presso che morta.* Ed in vero, se tenendo in mano un polo della pila, si porta l'altro a toccare un conduttore comunicante col suolo, dopo averla così tenuta anche per alcuni mi-

nuti, si trova poi la tensione del polo agente, che non giunge alla metà di prima, nè può riprenderla tutta intiera se non dopo lungo isolamento del detto polo agente nell' aria: imperciocchè ogni pila secca, che riceva la carica elettrica dal polo comunicante col suolo, rassomiglia ad un vaso, che dal suo fondo riceva acqua emanante da una fonte sempre viva bensì, ma però assai lenta nel rampollare, ei vuole al certo un tempo notabile per aver l'acqua nel vaso all'altezza medesima, che ha nella sorgente, e cavandola poi dal vaso con troppa frequenza, si abbasserà più e più nel medesimo, e bisognerà cessare da quel travasamento, per dar agio all' acqua di levarsi all' altezza di prima: egli è quindi che l'elettrico somministrato la prima volta dal polo agente, arrivato al massimo grado di sua tensione, è piuttosto elettrico che si accumulò nel polo agente isolato, dopo lunga comunicazione dell'altro polo col terreno, anzichè elettrico venuto attualmente da un polo all' altro lunghesso la pila. Alla stessa guisa, che tenendo chiusa per alcun tempo la bocca di un cannone d'acqua, la maggior quantità d' acqua del primo sgorgo, appena si apre la bocca, è acqua che stava raccolta nel cannon chiuso, e non venuta allora dalla corrente ordinaria, che sfogasi pel cannone.

§. V.

DELLE PILE SECCHE DI CARTA D' ARGENTO E DI OSSIDO NERO DI MANGANESE.

65. Quantunque incollando i due rovesci della carta d'oro e d' argento si accresca la loro facoltà conduttrice, e quindi si abbia la tension elettrica corrispondente ad un gran numero di coppie; tuttavia questa tensione è ancora sì piccola, che due mila coppie delle predette carte non giungono ad aprir le foglietta dell' Elettrometro quanto farebbe una cannella ordinaria di cera

lacca strofinata leggermente sulla lana. Il perchè, anzi che aumentar la tensione col numero delle coppie, ho cercato piuttosto di accrescerla nella sua stessa sorgente, adoperando cioè due secchi, che fossero fra loro più elettromotori del rame con lo stagno. Ed in fatti dalla tavola voltiana dei principali elettromotori (P. II. §. 42) si vede, che il carbone, è più di questo l' ossido nero di manganese, accoppiati allo stagno esercitano la forza elettromotrica assai più del rame congiunto allo stagno. Adunque, lasciata del tutto la carta d'oro, cioè il rame, ho tenuta quella sola d'argento, cioè di stagno, e soffregato sul rovescio di questa l' ossido nero di manganese in polvere, ne ho formato una Pila, che avea le coppie elettromotrici di manganese e stagno interpolata da sola una grossezza di carta.

66. Cotesta pila vantaggiava la prima di carte d' oro e d'argento per tre capi. 1. La forza elettromotrice del manganese in contatto colla foglia di stagno supera più del doppio quella del rame collo stagno. 2. Una sola grossezza di carta s' interpone fra le coppie di manganese e stagno, sulla qual carta sta incollata da una parte la foglia di stagno, e sull' altra la polvere di manganese, il che agevola il corso all' elettrico di coppia in coppia. 3. Questa pila, a pari altezza dell' altra delle due carte d' oro e d' argento, contiene un numero quasi duplo di coppie.

67. Preparato adunque un nastro di carta d' argento largo un pollice, soffregata sul rovescio la detta polvere di manganese, e diviso il nastro in quattro o cinque quadretti, provate la tensione elettrica di questo numero di coppie coll' Elettrometro guernito del suo Condensatore nel modo già sopra descritto. E questa prova di quattro o cinque coppie vi servirà sempre di saggio, per fare la scelta della miglior carta d' argento, e del miglior manganese prima di costruire la pila.

Nella Figura 14 i numeri I. II. III. IV. dall' una parte rappresentano i quadretti del già detto nastro di carta, ciascheduno dei quali è composto di stagno, carta e manganese; ma formano

però tre sole coppie elettromotrici segnate dall' altre parte coi numeri 1. 2. 3; ciascheduna dalle quali si compone dello stagno di un quadretto, e del manganese dell' altro, che seguita immediatamente. Quindi il numero delle coppie elettromotrici è sempre minore di uno del numero dei quadretti. Ed il manganese insieme colla carta del quadretto I. non sono che semplici conduttori, come aggiunti allo stagno della coppia elettromotrice 1. Similmente le carta e lo stagno del quadretto IV. sono essi pure conduttori soltanto, che comunicano col manganese della coppia elettromotrice 3.

§. VI.

DELLA PILA BINARIA CONTENUTA NELLE SOLE CARTE METALLICHE.

68. Nuova specie di pila elettrica mi si mostrò nella carta di argento senza il manganese, e l' ho chiamata *Pila Binaria*; perchè composta di due soli elementi, metallo ed umido; mentre la Voltiana ne conta tre, cioè due metalli e l' umido.

Sovrappongansi l' uno all' altro diciotto o venti quadretti di sola carta d' argento qual si viene dalla fabbrica, per modo che la faccia metallica di ogni quadretto tocchi il rovescio ossia le carta ignuda dell' altro sovrapposto: saggiata questa piletta coll' Elettrometro munito del suo Condensatore, si vedrà una piccola tensione, che andrà pure crescendo secondo il numero dei quadretti. Adunque la carta d' argento senza manganese, ne altro elettromotor secco, sviluppa da sè sola una tensione elettrica, bensì di gran lunga minore di quella data dal manganese accoppiato allo stagno, ma non però trascurabile, e bisognerà metterla a profitto col farla essa pure concorrere insieme all' altra più forte alla produzione d' un effetto maggiore.

69. Due pile impertanto si contengono nella carta d' argento

quand' abbia il suo rovescio intriso di manganese. La più forte è quella che vien dal manganese in contatto collo stagno, e questa la chiamo *Pila primaria*; l' altra è quella dello stagno in contatto coll' umido natural della carta, e questa l' abbiamo detta *Pila binaria*. Perchè questa s' accordi con l' altra, è mestieri che la faccia metallica sia negativa, e il rovescio della carta, cioè l' umido di questa, sia positivo. Difatti siano due quadretti di carta d' argento col rovescio intriso di manganese, che qui rappresento



La pila primaria vien data dal manganese del quadretto I, che tocca lo stagno del quadretto II, per lo qual toccamento lo elettrico muovesi dal manganese allo stagno, cioè dal basso all'alto. Ciascuno poi dei quadretti contiene un elemento della pila binaria, ed è il contatto dello stagno coll'umido della carta. Ora se in questi due elementi di pila binaria l'elettrico sia mosso dallo stagno all' umido, cioè dal basso all'alto, e sia perciò positivo l' umido, e negativo lo stagno, la pila binaria s' accorderebbe colla primaria, e la tensione elettrica risulterebbe uguale alla somma delle due forze elettromotrici: ma dove la pila binaria spingesse l'elettrico in direzione contraria, la tensione sarebbe uguale soltanto all' eccesso della forza elettromotrice della pila primaria su quella della binaria.

70. Non tutte le carte d' argento contengono la pila binaria colla direzione dell' elettrico dallo stagno nell' umido; direzione (come si è veduto) tanto necessaria al miglior effetto. Altre in-

vece la manifestano in direzione contraria, ed in alcune sembra totalmente annichilata l'azione della pila binaria. A queste varietà e discrepanze va soggetto persino un medesimo foglio di queste carte metalliche, secondo il variare dell' umidità atmosferica. Il perchè a togliere qualunque incertezza al buon esito della pila, mi riusci di preparare le carte d'argento in maniera da produrre in tutte qualunque esse sieno una pila binaria, e più attiva di quella data dall'umido lor naturale, e quel che è più, sempre cospirante colla primaria nella direzion dell' elettrico. Il modo consiste nell'introdorre pel rovescio della carta d'argento alcuna delle seguenti sostanze:

il solfato di zinco disciolto nell'acqua,

il latte,

le due sostanze dell'uovo ben distemperate nell' acqua. Prendete adunque un foglin di carta d'argento, e bagnate il suo rovescio col latte per modo, che tutta la grossezza della carta ne sia bene inzuppata, e il latte insinuato vada a distendersi sulla faccia metallica invisibile, che resta incollata sulla carta, e come questa sia ben rasciutta all'ombra, tagliatene un nastro, e dividetelo al solito in cinque o sei quadretti, e mediante il Condensatore troverete che esiandio sì poco numero vi darà una pila binario molto attiva, e sempre collo stagno negativo, e positivo l'umido qual si desidera.

§. VII.

AVVERTENZE NEL PREPARARE LE CARTE D'ARGENTO COL MANGANESE.

71. Due sono gl'ingredienti principali nella costruzione delle pile secche, la carta d'argento, e l'ossido di manganese. Quanto alla prima ve n'ha di due specie presso i venditori; l'una è coperta di certa patina o polver metallica, che vi apparisce di-

stesa su col pennello. Questa, quand' anche avesse assai lucida la sua faccia metallica è affatto inetta alla costruzione delle Pile. L' altra è carta coperta di vera foglia o laminetta metallica, attaccata alla carta, e sperandola al lume, veggonsi i piccoli fogli metallici sovr'essa incollati. Questa è l' opportuna.

Riguardo all' ossido di manganese il più nero e friabile suol essere più efficace, e trovasi abbondante nelle miniere di Torbe in Val Policella, e di Alcenago in Valpantena (Provincia Veronese).

La miniera il somministra in pezzi piuttosto grossi, e però bisogna romperli in altri più minuti, per separarne ogni materia estranea di ossido giallo di ferro, e delle terre che vi si trovano mescolate. Il manganese grigio del Piemonte è inetto a questo uffizio.

In mancanza dell' ottimo manganese può servire, però sempre con minore attività, il carbone di legno dolce, che sia stato per anni ed anni esposto all'aria; e volendolo ancor più efficace è mestieri ossidarlo. Ciò si fa mescolandolo in polvere impalpabile coll'acido nitrico (acqua forte), nel quale si lascia per alcune ore. Indi lo si purga dall'acido colla massima esattezza dilavandolo più volte con acqua pura.

Ridotto il manganese ben scielto, o il carbone ben ossidato in finissima polvere, si soffreghi con questa il rovescio della carta d' argento, dalla quale si avranno le coppie formatrici la pila, nel modo già veduto al paragrafo 67.

Questa è la costruzione più semplice della pila secca, che può servire ad alcuni usi come vedremo più avanti; ma non la più efficace, specialmente se le carte d' argento non abbiano la pila binaria cospirante colla primaria. Per ottener questo accordo basta preparare la carta d'argento col latte nel modo già detto al paragrafo 70, replicandovi due o tre mani di tal liquida. Indi rasciutto il foglio all'ombra, sopra fregarvi il manganese in polvere, o meglio stemperar tanto di questa polvere nell' acqua di

fonte, che ne riesca un colore piuttosto denso, e col pennello distenderlo sul rovescio di essa carta d' argento. Tutto poi dovrà rasciugarsi a un dolce calore od al sole. Un' atmosfera piuttosto secca è molto utile per tal operazione, che prepara i fogli donde trarne le pile.

§. VIII.

DIVISIONE DEI FOGLI IN COPPIE E FORMAZIONE DELLA PILA.

74. Nella formazione delle Pile la condizion più importante si è, che tutte le coppie riescano della stessa misura; altrimenti le più larghe ripiegandosi, verrebbero facilmente i loro lembi a toccare le altre al di sotto più lontane, e con ciò ad estinguere la tensione di tutte le intermedie: come appunto svanisca la tension di tutta la pila comunicando un polo coll' altro.

A conseguire la prescritta uguaglianza eccovi un modo facilissimo e sì spedito, che in pochi minuti può darvi una pila anche di due migliaja di coppie.

75. ABCD (fig. 15) è una canna di ferro o cilindro vuoto, la cui larghezza ed altezza possono variare secondo il numero ed ampiezza delle coppie. Per gli usi più ordinari della pila basta che sia largo tre centimetri circa, e lungo un terzo di metro; e volendo le coppie molto più larghe, quali debbono essere quelle per gli orologi, in luogo del detto cilindro si può adoperare per maggior economia della carta uno scalpello colla bocca tagliente di forma quadrata e della larghezza che occorra. L' apertura superiore AB della suddetta canna si può chiudere col turacciolo X di ferro a vite, e l' estremità inferiore, che viene un poco restringendosi, ha la figura di un cono troncato ECDF la cui sezione minore CD è una bocca tagliente a guisa di scarpello ritondo.

Lungo la canna vi sono quattro fessure o spiragli, la lunghezza de' quali è compresa fra la madrevite della bocca superior AB, e la base EF del cono troncato ECDF. Uno di questi spiragli che sta di fronte, nella figura vedesi in GH, ed essendo tutti quattro equidistanti fra loro, ciascuno di essi sta esattamente a fronte di un altro

Oltre a ciò v'è il compressore SO, e consiste nella verga di ferro MN, lunga quanto la canna ABCD. Un capo di tal verga è guernito del manico SM, e l'altro N porta ferma una piastrella rotonda di ferro OT, un poco più piccola della bocca tagliente CD.

Si prendano alcuni fogli di carta d' argento col manganese applicato nel modo già sopra descritto, e diviso ciascuno dei detti fogli in quattro od otto parti eguali, si dispongano dieci o dodici di queste parti l'una sull'altra per modo, che il manganese dell'una sia combacciato collo stagno dell'altra.

Prendasi allora un po' di carta aggomitolata, e la s'introduca a stento per la bocca superiore della canna fino all'inferiore; servirà questa a tener in sesto e ben ferme le coppie, che passeranno nella canna. Indi posato il mazzo delle dieci o dodici carte sopra una grossa lastra di piombo, e appuntata la bocca tagliente sulla prima carta del mazzo, un colpo di martello sul turacciolo X di già inserito nella bocca superiore AB, taglierà in una volta da dieci o dodici dischi.

Essendo tutti esattamente uguali nel diametro, e questo minore di quel della canna, dovranno in essa facilmente riceversi, e dietro a questi rinnovando il taglio di prima, afferrati per volta, finchè cacciando sempre gli ultimi i primi all' in su, ne sarà tutta piena la canna.

76. Ora cotesta pila già bella e formata entro la canna bisogna legarla per modo da poterla cavar fuori tutta salda ed intiera. A quest' uopo si apparecchino due cordoncini di seta incerata, lungo ciascuno più del doppio della pila. Indi preso il

compressore ossia stantuffo SN, e introdotta per la bocca tagliente CD la piastrella rotonda OT, spingendo si sforzi la pila a rientrare in sè, di guisa che l'estremità sua inferiore sollevandosi da CD fino a QP, lasci al tutto libere ed aperte le estremità inferiori dei quattro spiragli. Allora per uno di questi sotto l'ultimo disco, s'infili un cordoncino di seta, facendolo uscir fuori per l'opposto spiraglio, e fatto lo stesso dell'altro cordoncino per le altre due fessure, avremo entrambi i cordoncini incrocicchiati sotto l'ultimo disco, riuscendo fuor della canna per ciascun de' quattro spiragli una metà del cordoncino lungo assai più della pila.

Posata di poi verticalmente la canna sopra il tavolino, levisi il turacciolo X dall'apertura superiore AB, ed intromessavi la piastrella OT dello stantuffo, premendo con esso, si spinga in giù la pila (tenendo fronte il tavolino alla bocca della canna) tanto che la pila discenda fino ad NR, lasciando aperte le quattro superiori estremità delle fessure. Allora preso il capo di un cordoncino (e. g. quello che fu fatto uscire per l'estremità H dello spiraglio GH, s'introduce nella canna per l'apertura superiore G dello stesso spiraglio, e si fa riuscir fuori dalla bocca AB. Per tal guisa, fatto il medesimo degli altri tre capi de' cordoncini, gli avremo tutti e quattro fuori della bocca AB: sicchè, tirata con essi un po' in alto la pila fuor della bocca AB, si potranno incrocicchiati legare e fermare in testa alla stessa.

I cordoncini aggroppati soltanto ai due capi della pila non basterebbono a tenere in sesto le carte, estratta che fosse dalla canna: e però a cessare qualunque movimento dei fili, che potesse disciogliere le coppie, è mestieri fasciar bene stretta essa pila con alcune cinture. Per farlo senza pericolo di mandar in fasci la pila, stando essa tuttavia rinchiusa nella canna, si spinga collo stantuffo dalla bocca CD di sotto in su tanto da poterla cingere all'intorno con altro cordoncino di seta incerata un po' al di sotto dell'estremità superiore, con due o più giri, e serrare

così i quattro che sono al lungo contro le coste della pila. Respinta di poi ancora più fuor della canna la pila, si aggiunga un' altra cintura distante dalla prima due o tre pollici, e così altre secondo la lunghezza della pila, per averla tutta fuor della canna ben ferma e sicura in ogni parte, come si rappresenta dalla fig. 16.

Le linee AB, CD, EF, accennano tre cordoncini dei quattro posti al lungo, e i numeri 1,1. 2,2. 3,3. 4,4. 5,5. le cinture.

77. Per aver comoda la Pila a tutti gli usi cui dovrà servire bisogna innestare a ciascuno de' suoi poli un conduttore. Siano perciò due fili di rame reso lucido, lungo ciascheduno da tre in quattro pollici, ed una metà del filo si faccia traversare la pila per entro al quarto o quinto disco sotto il polo A (fig. 17), e pigliando il capo che riuscì dalla parte opposta, lo si faccia rientrare un' altra volta per mezzo i dischi e così una terza, affine d' accrescere il numero dei contatti del filo col detto polo, ed in fine lo si attortigli all'altra metà del filo in testa d'essa pila. Lo stesso si faccia con altro filo all' altro polo B.

Costrutta la pila convien coprirla tutt' all'intorno da un capo all' altro di colofonia fusa ben calda, e dopo disseccata batterla via. Con quest' operazione si toglie dai lembi quel manganese, che potrebbe indur comunicazione sempre nociva da una coppia all' altra; e la polvere di colofonia, che tuttavia riman fissa fra i lembi delle carte impedisce vieppiù la detta comunicazione.

Volendo la pila inaccessibile all' aria si dovrà poi intonacarla di un grosso strato di cera vergine, la quale insinuandosi non ostante fra i lembi delle carte li mantenga vie meglio isolati. Fu anteposta la cera per tale uffizio, siccome quella che non può assorbire col tempo l' umidità delle carte, come farebbero altri mastici. Ad assicurar poi l' isolamento della superficie esterna della cera, serviranno due o tre mani di buona vernice isolante. Ma volendo la pila accessibile all'aria, l'intonaco della cera non si darà tutto continuo da un capo all'altro, ma si lascierà interrot-

to da tre o quattro intervalli tutto all'intorno larghi ciascuno due linee circa.

§. IX.

REGOLE PER MISURARE LA TENSIONE ELETTRICA DELLE PILE SECCHE.

78. Nella tensione elettrica delle nostre Pile deesi distinguere la *quantità* o grado della tensione, dalla sua *prontezza*. Per *quantità* o *grado di tensione* s'intende quella massima apertura, cui possono arrivare le fogliette dell'Elettrometro comunicanti col polo agente della Pila, mentre l'altro comunica col suolo. E tal quantità di tensione a pari circostanze dipende dal maggiore o minor numero di coppie (Vedi N. 60. 61. 62.)

La *prontezza* poi della tensione consiste nel tempo messo dalle stesse fogliette per giungere alla detta massima apertura; e questa prontezza a pari circostanze dipende dalla maggiore o minor facilità conduttrice della carte, o a meglio dire dal loro umido.

79. Premessa questa distinzione, eccovi le regole per ischivare ogni dubbio od errore nel misurare la tensione elettrica delle pile.

1. *Le fogliette dell'Elettrometro non debbono essere nè troppo ubbidienti nè troppo restie ad aprirsi.* Imperciocchè la troppa loro mobilità potrebbe mostrare egualmente pronte le tensioni che in fatto non sono; e la difficoltà nell'aprirsi lascierebbe incerta la differenza nella quantità o grado di tensione. Voglionsi adunque più Elettrometri, diversi fra loro nella mobilità delle fogliette, e sceglierne il più addatto al numero ed energia delle coppie.

2. *Sia l'Elettrometro, e specialmente l'aria sua interiore in istato vero naturale:* altrimenti ne verrebbe l'aprirsi delle fogliette più o men celere, solamente pel contrario o simile elettrizzamento dell'aria che le circonda.

3. *Per misurare la quantità di tensione della pila, essa deve aver comunicato prima per uno solo de' suoi poli col terreno per qualche tempo, rimanendo tutto il resto della pila bene isolato, e lontano da corpi conduttori*; perchè questi mettendo in gioco l'elettricità di pressione, potrebbero alterare la quantità di tensione del polo agente come dimostra il seguente sperimento.

Tenendo in mano un polo di una pila portate l'altro a toccare il bottone dell'Elettrometro. Stando allora le foglietta aperte, avvicinate l'altra mano al polo agente che sta sul bottone, arcuando le dita per circondar colla mano buon tratto inferior della pila, senza però toccarla. Per tal vicinanza della mano, veggonsi le foglietta ristringere la loro apertura; ma poscia allontanando la mano dalla pila eccole riaprirsi più veloci e più larghe di prima. Di tal fenomeno la ragione sta nella mano, che avvicinata alla pila fa veramente l'ufficio di Condensatore. Perciocchè quel tratto di pila elettrizza per via di pressione la mano di elettricità contraria, e perciò si ne cresce la capacità per la carica in quel tratto di pila: quindi levata la mano si mostra subito l'aumento della carica.

4. *La prontezza della tensione deesi rilevare dopo aver tenuto comunicanti fra loro i due poli per mezzo minuto circa*. Perciocchè si è già veduto (N. 64 III) che l'elettrico comunicato nel primo istante al bottone dell'Elettrometro dal polo agente di una pila tenuto isolato per molto tempo, è piuttosto elettrico raccoltosi nel polo agente durante l'isolamento di questo polo, anzichè elettrico venutovi attualmente dall'altro polo lunghesso la pila. Perlochè se volete rilevare la vera *prontezza* della tensione, misuratene prima la *quantità* nel modo prescritto dalla Regola precedente N. III, e stando il polo agente sul bottone dell'Elettrometro, mentre l'altro polo tenuto in mano comunica col suolo, toccate coll'altra mano il polo agente, mettendo così in comunicazione fra loro i due poli, e mantenendoli in tal comunicazione per mezzo minuto. levate indi la mano dal polo agente,

tosto le foglietto si apriranno, ma meno di prima. Questa minor apertura, e il tempo messo dalle medesime per riacquistarla al grado stesso di prima, vi farà conoscere la prontezza di tal pila nel dispiegar la tensione.

5. *La tensione elettrica di una pila si dirà stabilita o permanente quando, tenuta esposta all' aria, si manifesti sempre della stessa quantità e prontezza, nelle medesime circostanze di temperatura ed umidità dell' aria; e di sola temperatura ove la pila sia inaccessibile all' aria.* Questa tension *permanente* potrebbe esser ben diversa in quantità e prontezza della tension *primitiva*, cioè da quella che mostrava la pila appena composta, e ciò per più ragioni, che prendiamo tosto in esame.

§. X.

DELLE CAUSE INFLUENTI NELLA TENSIONE ELETTRICA DELLE PILE.

I.

UMIDITÀ.

80 L' influenza di questa causa dobbiam considerarla

1. Nelle carte della pila.

2. Nella faccia esterna del mastice o tubo, che rinchiude ermeticamente la pila.

Quanto alle carte della pila, egli è chiaro per la teoria Voltiana, che certa quantità d' umido in dette carte è condizione essenziale alla vita elettrica delle pile; non potendo l' elettrico se non per mezzo di quest' umido trasmettersi di coppia in coppia. Ed in vero nessun indizio di tensione si scorge quando le carte si trovino disseccate perfettamente.

Se non che crescendo l'umido nelle carte oltre un certo li-

mite, la tensione subito cresce bensì in prontezza, ma diminuisce in quantità; cioè l'umido eccessivo allarga meno, ma più presto le foglietto dell' Elettrometro, e poscia col tempo va scemando altresì la prontezza della tensione.

81. Questa nocevole influenza non sarebbe gran fatto notabile, se l'umido eccessivo rimanesse confinato mai sempre dentro la sola grossezza d'ogni carta, e rimanessero perciò secche del tutto le faccie, che si toccano dei due elettromotori, foglia di stagno e manganese: ma invece penetrando l'umido per gli infiniti pori di amendue, e distendendosi fra l'uno e l'altro, diminuisce la forza loro elettromotrice.

Di più, propagandosi l'umido da un capo all' altro nell' interno della pila, induce comunicazion fra i due poli; imperfetta bensì, ma sufficiente a diminuir la quantità di tensione. Questa da principio dee mostrarsi più pronta per la facoltà conduttrice accresciuta dal maggior umido: ma in seguito scomponendosi in parte quest' umido, ed alterandosi la purezza e splendor del metallo, si ritarda il corso all'elettrico, e la tensione rallenta. Per altro anche il danno proveniente dall' umido ha il suo limite perciocchè il calar della tensione in quantità e prontezza (e più in questa che in quella) non progredisce più oltre un certo tempo, dopo il quale la tensione residua poca o molta che sia, divien permanente, e conservasi per un tempo indefinibile.

Quanto debba essere il calo della tensione primitiva, non si può ben determinare, dipendendo ciò dalla diversa qualità della carta, del latte, del manganese, e dalla diversa compression delle carte, non meno che dalla diversa temperatura ed umidità dell'aria cui rimanesse esposta la pila. E quanto al tempo si può dire, che la quantità o grado della tensione residua ordinariamente dopo due o tre anni di età divien *permanente*; ma la prontezza della tensione residua prosiegue a calar tuttavia per qualche altro anno.

82. Non si creda però impossibile una tension *permanente*

eguale alla *primitiva*. basta formare la pila col minor umido possibile nelle sue carte, e renderla tosto inaccessibile all' aria, e la si ottiene. Io ne conservo alcune di coppie non più larghe di mezzo pollice, che si costruirono con carte tanto asciutte da un dolce calore, che le foglietto dell' Elettrometro impiegavano gran tempo per giungere alla massima apertura

Contornate subito queste pile da un grosso strato isolante, quella tension *primitiva* non soggiacque in appresso a veran calo notabile, e dopo anni ed anni è tuttor *permanente* Una pila di tal fatta non può servire a quegli usi, che seggonsi prontezza di tensione; ma però è di somma importanza per la scienza, ed ogni fisico dovrebbe averla sott' occhio qual prova la più dimostrativa dell' elettrico eccitato in tal pila, principalmente dal contatto dei due secchi, e poco o nulla dall' ossidamento di questi coll' umido delle carte

A veder poi l' influenza della temperatura e dell' umido nella tension delle pile può servire tanto la pila prima di carte d' oro e d' argento, quanto l' altra di semplice carta d' argento col rovescio intriso di polvere di manganese, e ve n' abbiano due eguali in tutto da esplorare; una sempre esposta all' aria, e l' altra chiusa ermeticamente coll' intonaco isolante. Che anzi a tal uopo basteranno due pilette, ciascuna di una dozzina di coppie, la cui tensione venga esaminata d' anno in anno, mediante il Condensatore, nelle varie circostanze termometriche ed igrometriche dell' aria.

Oltre a ciò una tension permanente, eguale affatto alla primitiva, si scorge altresì in una pila formata di sola carta d' oro.

Compongasi colla detta carta d' oro una piletta di due dozzine circa di quadretti d' un pollice di lato, mettendo la faccia metallica di ciascun quadretto a toccare il rovescio ossia la carta ignuda del sussegunte. Questa piletta equivale in tensione a quattro coppie circa di carte d' oro, e d' argento, e mostra positiva la faccia metallica, e negativa la carta.

Comunque sia diversa l'età della carta d'oro, la tension della pilette si manifesta allo stesso grado Una carta vecchia di trent'anni mi mostrò la tensione medesima come qualunque altra venuta di fresco dalla fabbrica.

Dalla qual pila singolare mi era ben facile il dedurre, che presso i venditori di queste carte metalliche esistono belle e fatte tante pile secche sempre attive, quanti sono colà i quaderni di carta d'oro. Imperciocchè ciascuno di questi è una serie di ventiquattro fogli, ognuno de' quali, eccettuato quello di mezzo, tocca colla sua faccia metallica il rovescio, ossia la carta ignuda del foglio susseguente. E perciò la faccia metallica del foglio di mezzo, è il polo positivo di ventiquattro coppie tutte disposte come nei ventiquattro quadretti sopra descritti. Per veder la tension positiva del quaderno, basta introdurre fra le due metà del foglio di mezzo una lamina di rame, che metta in comonicazione la faccia metallica di esso foglio col piattello del Condensatore. A veder poi la tension negativa dell'altro polo, che sta nel rovescio o carta ignuda del primo foglio, bisogna isolare il quaderno, e fatta comunicante col suolo la faccia metallica del foglio di mezzo, il detto rovescio del primo foglio comunichi, mediante lamina di rame, col piattello del Condensatore.

Quindi una risma di carta d'oro contiene tante pile secche quanti sono i suoi quaderni. Finchè la risma comunica col suolo non può mostrare che la sola tension positiva del foglio di mezzo d'ogni quaderno. Ma posta la risma sopra uno sgabello isolante, si manifestano amendue le tensioni contrarie, in ogni quaderno; cioe la positiva del foglio di mezzo, comunicando il rovescio del primo foglio col suolo, e la negativa di questo, comunicando col suolo il foglio di mezzo

Si avverta però, che la tensione dei ventiquattro fogli d'ogni quaderno è sempre minore di quella veduta nei ventiquattro quadretti, perchè cavati questi da un foglio colla forbice, il loro perimetro è sgombro affatto dei tanti frastagli o barbe, che contor-

nano il lembo dei fogli intonsi del quaderno, e mettono in comunicazione il metallo di alcuni fogli con quello di altri più o meno lontani, il che fa circolare l'elettrico con danno della tensione. Ma sperimentando il quaderno, dopo averne tondato esattamente tutti i fogli, la sua tensione non differisce punto da quella dei ventiquattro quadretti, che sieno tratti da un foglio qualunque dello stesso quaderno, o da altro comunque diverso di età.

Adunque sin da quell' epoca che si compose il primo quaderno di carta d'oro, si formò in esso la prima pila secca con tensione elettrica sempre viva, e senza esagerazione si può dire, che custodito quel primo quaderno come si usa cogli altri dai venditori, mostrerebbe anche oggidì la tensione medesima; perchè infatti, coll'invecchiar dei quaderni non si trova giammai nè indizio di ossidamento, nè diminuzion di tensione. Ed ecco in ogni quaderno di carta d'oro presso i venditori una pila accessibile all'aria colla tension permanente sempre eguale alla primitiva.

83. Quanto all'azione dell'umido aereo sulla faccia esterna dell'intonaco isolante o del tubo che racchiude la pila, la tensione di questa non potrebbe scemare in quantità, se non perchè il vapor acquoso dell'aria deposto in istato liquido sull'intonaco o sul tubo fa comunicare un polo coll'altro. Ma la tension *permanente* della pila si preserva da questo danno praticando nel polo agente le avvertenze già date a principio (N 4.) per mantenere ben isolato il bottone dell'Elettrometro.

II.

CALORICO.

84. Fasciando tutta all'intorno la pila con grosso strato ben isolante ed impenetrabile all'aria, od anche rinserrandola erme-

ticamente in tubo di vetro vestito dentro e fuori di gommalacca si toglie affatto l'influenza dell' umido atmosferico nelle carte della pila. Ma non pertanto la sua tensione (parlo sempre della permanente) si mostra assai variabile per altra causa potentissima; il calorico. Non v' ha riparo insuperabile a questo agente; e la pila comunque ben custodita, si risente essa pure della varia temperatura delle stagioni, e come l' elettrico dell'atmosfera, così quello della pila indebolito nel verno, cresce più rigoglioso la state.

E la ragione si è, che l'umido delle carte più o men caldo, si fa più o meno conduttor dell' elettrico, quindi più o men pronta la tension della pila. Ma eziandio la quantità di tensione può risentir benefizio dal calorico.

Formata e. g. una pila nella state con pochissimo umido nelle sue carte, può bastar questo solo, riscaldato dall' ambiente, a dispiegar tutta intiera la tension delle coppie; ma poi lo stesso umido si troverà insufficiente nel verno.

85. È però da notarsi, che l' umido riscaldato dee nuocere alle pile, qualora il calorico lo dilati in guisa da dover fuori trasudar dalle carte, e distendersi come un velo umido su tutta la faccia interna dell' intonaco o del tubo. Allora egli mette in qualche comunicazione i due poli, e la tensione è indebolita. Tal la si vede nei giorni estivi in quelle pile di tension permanente eziandio le più vecchie, che si fossero intonacate coll' isolante in giornate piuttosto umide del verno precedente. Ma appena levato lo intonaco e con esso quel velo umido, ecco subito ravvivarsi la tensione anche in giornata la più calda e secca da dover le carte ceder piuttosto che ricever umido dall' aria.

Che se nell' inverno si fosse dell' intonaco vestita una pila di tensione assai lenta pel pochissimo umido delle carte, allora il sommo caldo estivo, che nei nostri climi può riscaldare soltanto, ma non espeller affatto sì poco umido delle carte, aumenta la prontezza della tensione, e sarà sempre la stessa ad ogni estate degli anni susseguenti.

86 Ma qual è poi l'influenza del calorico nelle pile accessibili all'aria? Da ciò che si è detto è facile il vedere 1. che ritenendo le pile umido sufficiente, l'aria più calda farà crescere la tensione almeno in prontezza; 2. che nelle giornate estive le più secche insieme e cocenti, qualora il maggior caldo non supplisca alla maggior perdita di umido fatta dalle carte, la tensione si vedrà più lenta; 3. che perduta dalle carte gran parte dell'umido pel calore estivo, il solo primo fresco d'Agosto non secchezza d'aria rallenterà subito la tensione, nè potrà rimettersi finchè non giunga il ristoro d'un'umida aria.

III.

ESTENSION DELLE COPPIE.

87. La terza legge della Pila Voltiana c'insegna, che la tensione si dispiega allo stesso grado da uno stesso numero di coppie qualunque sia il loro diametro od ampiezza. Questa legge è comune altresì alle pile secche. Se ne prendano parecchie eguali nel numero e diametro delle coppie, e fatti comunicare fra loro tutti i poli positivi, e tutti similmente i negativi ne riuscirà una pila tanto più larga di coppie, quante più sono le pile componenti. Ora esplorando la tensione di tutte insieme unite si vedranno le foglette dell'Elettrometro aprirsi allo stesso grado, ma più pronte, che con una pila sola; e tanto più pronte quanto è maggiore il numero delle pile componenti quel fascio. Questa maggior prontezza viene appunto dalla maggior quantità di elettrico, che somministra il fascio ossia la pila di coppie più grandi, non altrimenti che più rigagnoli di acqua riempiono più presto la fossa.

A ciò si aggiunga il maggior numero di toccamenti fra il manganese e lo stagno, e fra questo e la carta nelle coppie più grandi; poichè il moltiplicarsi dei toccamenti viene ad aprire al-

trettanti canali per la somma dei quali trova l' elettrico più facile il suo sfogo specialmente nei conduttori imperfetti, quali sono le carte.

88. Da ciò ne conseguita 1. che mentre una pila di coppie assai piccole non può dare tutta affatto la tensione rispondente al numero di esse coppie pel poco umido delle sue carte, potrà essa tensione esser data con altra pila dello stesso numero di coppie e scarsezza d' umido, ma molto più grandi.

2. Che a circostanze pari, il calare della tensione pel freddo invernale debb' esser minore nelle pile di coppie più grandi. Laonde in generale la maggior ampiezza delle coppie può supplire alla mancanza di qualche porzione di umido, e di temperatura.

IV.

COMPRESSIONE DELLE COPPIE.

89. L' influenza di questa causa si rassomiglia alla testè veduta delle coppie più grandi; chiaro essendo che la maggior loro compressione accresce il numero dei toccamenti, e quindi accelera il corso dell' elettrico.

Se non che sforzando di troppo l' una contro l' altra le carte della pila ne soffre col tempo la quantità di tensione. Imperciocchè come le carte di un libro stando compresse per qualche tempo nel torchio, rimangono poi aderenti tra loro per modo che si pena a staccarle; il medesimo quasi incollamento contraggono altresì col tempo le carte della pila. Questa adesione dei punti del manganese cogli interstizj di carta ignuda disseminati nella foglia di stagno forma nell' interno della pila un conduttore imperfetto bensì da un polo all' altro, ma sempre nocivo alla quantità di tensione. Tutto ciò può vedersi rompendo i legàccioli di una vecchia pila, la quale anzi che dividersi minutamente nelle carte che la compongono, si spezza piuttosto in varie pi-

lette minori o mazzetti di carte. Misurata la tensione di uno di questi, se dopo colla dita se ne distacchino i lembi, sollalzando alcun poco le carte, la tensione subito si fa maggiore in quantità.

È però a diminuire questa specie d' incollamento di tutta la faccia del maoganese colla faccia metallica, giova che la superficie del maoganese sia un po' polverosa.

90. Da questo esame sulle diverse cause influenti nella tensione elettrica delle nostre pile risulta:

1. Che in fra le dette cause, la grandezza delle coppie tanto giovevole alla prontezza della tensione, può crescere a dismisura senza pericolo di alcun nocumento; il che non può dirsi dell' eccesso dell' umido, e del calorico E fra questi due agenti vi ha pur differenza notabile, perchè la tensione indebolita, e persino estinta da tal calorico, che avesse disseccate onninamente le carte accessibili all' aria, si ravviva dipoi anche al massimo grado, ripigliando le carte l' umido dall' aria; laddove si trova sempre irreparabile il danno recato col tempo dall' eccesso dell' umido.

2. Per evitare questo eccesso d' umido, sarebbero necessarie tali carte, che non ammettano in se medesime questo eccesso, o ne accolgano il meno possibile. Ora dietro l' esperienza di molti anni, se le carte preparate di fresco col manganese e latte, e ben disseccate si espongano subito all' aria; possono ricever da questa, anche non molto umida, eccesso di umido; ma non così quando si espongano alla stessa aria dopo averle conservate secche per lungo tempo. Che come i legni bene stagionati sono meno alterabili dall' umidità atmosferica, così pure le nostre carte dopo lungo soggiorno in ambiente piuttosto secco, dispongono le loro molecule in guisa da non poter ricever dall' aria troppo umido.

A quest' uopo basta disseccar tanto col calore la pila appena formata, che abbia questa a manifestar poco o nulla di tensione:

e in tale stato, renderla subito inaccessibile all' aria, intonacandola con mastice, o serrandola ermeticamente in un tubo, che può farsi prontamente di tela bollita nel mastice. Custodita così la pila per un anno circa, la si renderà poi accessibile all' aria non molto umida, nella quale dispiegherà gradatamente l' intera tensione, senza più ricevere eccesso d' umido.

Se non che l' umido latteo in progresso di tempo ossidando la faccia metallica dello stagno incollata sulla carta un po' più che non fa l' umido naturale di essa carta, concorre da questo lato a diminuir la tension primitiva. Perlochè ho formato anni fa le coppie con due carte separate come si farebbe colle due carte d' oro e d' argento; cioè colla semplice carta d' argento, tal quale ci vien dalla fabbrica, e con altra carta da lettere imbevuta prima di latte, e dopo asciutta e spalmata di manganese in sola una faccia. Se in tal costruzione, mancando la pila binaria dell' umido latteo colla foglia di stagno, riesce minore la tensione primitiva, non ne differisce però gran fatto la permanente.

Ma ecco novità inaspettata di quest' anno da un olio fra i meno isolanti l' elettrico, e non disseccante. Tal si è l' olio di Ravizzone.

Intromesso quest' olio fra il rovescio della carta semplice di argento, e il rovescio dell' altra di manganese (qualunque ne sia la causa) egli supplisce quanto all' effetto alla mancanza della pila binaria del latte colla foglia di stagno. Il perchè ho subito allestite alcune pile coll' influenza benefica di quest' olio nei modi seguenti.

1. Inzuppata di quest' olio una carta sottilissima da lettere fu poi ben detersa dall' olio soperchio con pannolino asciutto, e poscia introdotta fra il rovescio della carta semplice d' argento, e il rovescio di altra carta da lettere col manganese applicato ad una sola sua faccia.

2. La stessa interposizione della carta oliata colla sola differenza che la carta del manganese, prima di applicarvelo, fu imbevuta di latte e rasciutta all' ombra.

Nei quali due modi ciascun elemento della pila consta di tre carte: cioè quella d' argento, l' oliata, e l' altra col manganese.

3. In questo, due carte soltanto compongono ciascun elemento della pila o sono: la carta semplice d' argento, e l'altra oliata, col manganese disteso su questa, soltanto in una sua faccia.

La tensione primitiva del primo e terzo modo si mostrò a un dipresso eguale in quantità, ma nel terzo un po' maggiore in prontezza, e nel secondo un po' maggior eziandio in quantità degli altri due.

4. Pila composta nel terzo modo, ma coll' aggiunta della pila lunaria del latte insinuato nella carta d' argento. La tensione, com'era da aspettarsi, riuscì massima in quantità e prontezza fra le tante vedute nel corso di trenta e più anni.

Ma il servigio cotanto utile di quest' olio è sì recente, che io non posso avventurare alcun presagio; e solo il tempo giudicherà della sua durata, e del modo più efficace fra i sopra descritti.

PARTE TERZA

DEGLI USI ED APPLICAZIONI DELLE PILE ELETTRICHE SECCHE.

91. Una macchina semplicissima che appena costrutta si elettrizza da sè medesima e per anni ed anni, o a meglio dire per un tempo indefinibile somministra elettricità positiva in un suo capo, e negativa nell'altro; una sorgente insomma perenne e indeffettibile del fluido elettrico: tal si è la Pila Elettrica Secca. E chi per poco s'intenda di fenomeni elettrici, prevede agevolmente i molti usi e servigi cui poterla applicare. Per trattarli ordinatamente, farò conoscer prima gli usi di cotesta pila nelle sperienze elettriche, e dopo queste gli usi meccanici nella produzione di un moto continuo.

§. I.

ELETTROSCOPIO CON DUE PILE SECCHE.

92. Nella prima parte di questa Istruzione, la pila secca in luogo di una macchina elettrica, ci dimostrò con somma facilità ed evidenza le dottrine più importanti sul Fluido Elettrico.

Ed ora con due di queste pile vedremo formarsi l'Elettroscopio più squisito insieme e più comodo in fra tanti che pos-

siede la fisica. Esso vien nominato l'Elettroscopio di Bonhenberger Fisico di Tobinga, e rappresentato nella figura 18, coi miglioramenti che vi ho introdotti. La sua forma è quella di un Elettrometro ordinario, ma però con una sola foglietta d'oro RS, attaccata all'estremità inferiore del filo metallico MR inserito nel tubo di cristallo, e dentro questo fermato col turacciolo di mastice. Il tubo di cristallo trascorre su e giù per dolce attrito nel collo della bottiglia, ed il filo RM termina al di sopra nel bottone e custodia di metallo, come negli altri elettrometri. La sua base o fondo metallico porta le due pilette PO, NC che possono formarsi nel modo più semplice, cioè colla sola polver di manganese soffregata sul rovescio della carta d' argento, coi loro poli agenti P ed N elettrizzati in opposito, e le basi di esse pilette sono incastrate in un canale fatto nel fondo metallico, dal quale sporgono due fili in A ed in B, che essendo attaccati alle basi delle pile servono ad avvicinarle più o meno l'una all'altra. Ciascuna pila porta una laminetta metallica *ab cd*, larga circa un mezzo pollice, e lunga due, comunicante col polo agente, che da questa si ripiega in giù, mantenendosi lontana dalla pila. Il segno + posto al basso della pila PO, dinota esser negativo il polo alto ossia la laminetta *ab*, e così il segno — al basso dell'altra pila indica positiva la laminetta *cd*.

93. Impertanto la foglietta d'oro battuto R, quando non sia elettrizzata, non si diparte dalla situazione sua verticale tra le due laminette *ab cd*; giacchè presa in mezzo dalle loro attrazioni eguali e contrarie sta in bilico, come la lingua della più diligente bilancia. Dunque il più piccolo grado di elettricità da cui fosse animata la farà tosto delibrare, perchè respinta da una laminetta e tirata a sè dall' altra. Negli elettrometri ordinari, siccome è quello già descritto da principio (fig. 1.), l'apertura delle due foglietto mostra bensì il bottone elettrizzato, ma non dice se sia positivo o negativo: laddove in questo la sola foglietta RS si dichiara negativa col solo declinare verso la laminetta *cd*, o posi-

tiva declinando verso la laminetta *ab*. Laonde il segno + notato al basso della pila PO indica lo stato positivo della foglietta RS attratta dalla laminetta *ab* negativa, e così il segno — nell' altra pila NC mostra esser negativa la foglietta attratta dalla laminetta positiva *cd*.

La somma mobilità della foglietta si può vedere con un tubo di vetro o di cera lacca ben confricato sulla lana, che tenendolo anche alla distanza di sette in otto piedi dal bottone M, fa sentire alla foglietta RS l' elettricità *di pressione* (N. 19), che ben si distingue da quella *di carica*. Imperciocchè, finchè il corpo elettrizzante cha si appressa al bottone opera soltanto per via di pressione, la foglietta si vedrà bensì piegata verso la pila che dove a sè tirarla; ma come allontanasi dal bottone il corpo elettrizzante, la foglietta rimettesi da sè medesima nella sua posizione verticale. Laddove quando il bottone M, e con esso la foglietta RS abbiano ricevuta vera carica elettrica; anche rimosso dal bottone il corpo elettrizzante, la foglietta si rimarrà piegata verso la pila attraente, nè tornerà allo stato suo verticale se non all' atto di scaricare il bottone, toccandolo col dito.

Questa sperienza si renderà più evidente col disporre lo stromento in maniera che la foglietta declinando non giunga a toccar nessuna delle due laminette *ab cd*, e ciò si fa col tener l'una dall' altra più lontane le pile, e col levare in alto il tubo, e con esso la foglietta RS.

Che se voi abbassate la foglietta, ed avvicinate le due pile, finchè una di esse tiri a sè la foglietta; vedrete questa oscillare continuamente fra le due lamine, e dar un saggio di quel moto continuo che vedremo più avanti.

94. Se poi aggiungasi il Condensatore ad uno stromento sì delicato, quelle tensioni che eziandio per tale aggiunta, appena visibili si mostrano nei comuni Elettrometri, in questo riescono oltremodo cospicue. Tali sono le tensioni provenienti dal mutuo contatto di due elettromotori, e. g. rame a zinco. Tenendo fra

le dita quest' ultimo, e portandolo a toccare il piattello collettore, fatte le debite operazioni (N. 39), la foglietta anche alla distanza maggiore di un pollice viene attratta dalla lamina positiva, mentre negli ordinari Elettrometri le foglietta divergono poco più di una linea.

§. II.

SPERIENZE ELETTROMETRICHE.

95. Con questo nome vengono indicate le sperienze, che misurano esattamente il valore delle tensioni elettriche. Questa misura che si ottiene in Fisica dalla Bilancia elettrica di Coulomb, con maggior semplicità e sicurezza si può rilevare con due pile secche di circa due mille coppie l'una, ed un ago magnetizzato, nel modo seguente.

96. Sia una delle pile NP (fig. 19) col polo agente superiore P terminato da un piccolo scudo, e l' altra pila N' P' da una punta metallica sulla quale sta in bilico l'ago d' acciajo magnetizzato e mobilissimo AB comunicante col polo della pila, ossia colla detta punta, per mezzo del cappelletto metallico *cf*. Il magnetismo dell' ago lo tien fermo nel meridiano magnetico; ma essendo anche quest' ago elettrizzato di elettricità simile a quella del polo P dell' altra pila, ne viene che avvicinando questo polo P ad una estremità A, o B dell' ago, la ripulsione elettrica lo farà deviar dal meridiano magnetico, e lo terrà deviato per un certo numero di gradi dell' arco intercetto fra l'ago deviato, ed il polo P della pila PN. Questo numero di gradi sarà dunque il valore della tensione elettrica della pila PN, di maniera che se avvicinando alla stessa estremità dell' ago il polo di altra pila, la tenesse deviato un doppio, un triplo numero di gradi; la tensione elettrica di questa sarebbe provata doppia, tripla ecc. della prima.

Con questa sperienza si è mostrato il valore della tensione del polo P; ma lo stesso si può fare con qualunque altro corpo elettrizzato, di cui si volesse misurare la tensione: basta cioè collocarlo in luogo della Pila PN, e la ripulsione dell' ago a un certo numero di gradi, darà similmente la misura della tensione elettrica.

97. Di più la tensione elettrica d' ogni corpo elettrizzato si fa sempre minore quant' è maggiore la distanza del corpo elettrizzato da quello in cui opera la tensione; e sperimentando colle due pile qui descritte vedesi la tensione elettrica a una doppia distanza dal corpo elettrizzato essere quattro volte minore. Di fatto sia il circolo graduato (fig. 20) ed orizzontale ABD, e collocata al suo centro la pila P' N', si avrà l' ago magnetizzato *b c* come diametro del circolo, e supposta *b c* la direzione del meridiano magnetico, l' ago si starà fermo in tal direzione. Pongasi ora l' altra pila PN col suo polo o scudo P nel zero O della graduazione, ove l' ago si fermava, e tosto la ripulsione elettrica ne lo devierà, tenendolo distante dal meridiano magnetico, mettiam caso, 20 gradi.

La tensione dunque del polo P alla distanza di 20 gradi si equilibra con una forza magnetica del valore di venti gradi di deviazione. Ora dico che alla metà di tal distanza, cioè a dieci gradi di distanza dal polo P, la tensione elettrica di tal polo è quattro volte maggiore. E per provarlo avvicinate la pila, ossia il suo polo P all' ago, la ripulsione elettrica lo farà deviare più e più, finchè messo fermo il polo P al grado 70, vedrete l' ago fermarsi sul grado 80. In tal posizione il polo P è lontano dall' ago soltanto 10 gradi, che sono la metà della prima distanza di 20 gradi; e a tal metà di distanza, la tensione elettrica del polo P si equilibra con una forza magnetica di 80 gradi di deviazione, cioè con una forza magnetica quattro volte maggiore della prima forza, che era di 20 gradi di deviazione. Dunque il polo P alla distanza di venti gradi agiva con una tensione quat-

tro volte minore di quella che ora agisce alla metà di detta distanza, cioè a dieci gradi.

§. III.

SPERIENZE SULLA TEORIA DELLA PILA VOLTIANA.

Una pila secca di un migliaio e mezzo di coppie non più larghe di tre in quattro linee, senza la custodia del tubo, nè intonaco di mastice serve a quest' uso. E primieramente essa dimostra la tensione crescente secondo il numero delle coppie, prendendola fra le dita a distanze via via maggiori dal polo agente, sul bottone dell' Elettrometro (*legge* I *della Pila Voltiana N.* 50).

Di più fa vedere lo stato naturale al mezzo della pila isolata in ambedue i poli; e dal mezzo o ciascun polo le tensioni crescenti l' una all' altra contrarie, come porta la seconda legge N. 52.

Per le due parti di questa legge occorrono tre Elettrometri, due de' quali per li due poli della pila, e il terzo per la sua metà. Vale a dire: una pila orizzontale tenga un polo sul bottone di un Elettrometro, e l'altro polo sul bottone dell' altro: indi fatti comunicare col suolo ambedue i poli, tenendovi sopra le mani per alcuni secondi, si levino poi queste contemporaneamente, e le foglictte divergeranno colla stessa apertura in ambedue gli Elettrometri, per tension positiva in un polo, e altrettanto negativa nell'altro. Allora esplorando col bottone del terzo Elettrometro il mezzo della pila, lo si troverà al tutto in istato naturale.

Che se uno dei poli, tenendovi sopra la mano comunichi col suolo, si estinguerà subita la tensione di tal polo, che sarà acquistata dal mezzo della pila, e l'altro polo rimasto isolato raddoppierà la sua tensione; e tutta la pila sarà positiva o negativa secondo che l' un suo polo, o l' altro si farà comunicante col suo-

lo. E mentre la pila è tutta c. g. positiva, e quindi positiva anche l'apertura dell'Elettrometro di mezzo, sarà bello il vedere le sue foglietté da sè medesime chiudersi e poi riaprirsi altrettanto per elettricità negativa, allorquando facciasi comunicare il polo positivo col suolo mediante un cattivo conduttore, qual sarebbe un filo di refe non secco del tutto.

99. A norma di questa legge si potrà elettrizzare l'Elettrometro incominciando da piccolissimi gradi di tensione appena visibili, usando di una pila o vestita di mastice, o racchiusa nel tubo. Imperciocchè prendendo la pila per il tubo o mastice, e rimanendo perciò isolati ambedue i poli, si tocchi col dito dell'altra mano quel polo da cui vuolsi piccolissima tensione sull'Elettrometro. Per tal toccamento si ammorza tutta la tensione del polo, ma levata da questo la mano, e portandolo subito a toccare il bottone, non se ne avrà che pochissima tensione appena percettibile; e ciò per la tardanza dell'elettrico nell' accumularsi in quel polo. Quindi lasciando trascorrere un po' più di tempo fra il levarsi della mano dal polo, e il toccamento di questo col bottone, si spiegherà poi successivamente maggior tensione, e tanto più forte quanto più cresce il detto intervallo di tempo.

100. Che poi la tension delle pile non debba variare nel grado, nè per la diversa ampiezza delle coppie, nè per la facoltà più o men conduttrice dell'umido fra esse interposto, come vogliono le altre due leggi, terza e quarta (N. 53. 54), è ben facile a dimostrarsi, usando pile di coppie più o men larghe, e con carte più o men umide; mantenendosi in ogni caso con lo stesso numero di coppie il grado medesimo di tensione.

101. Altro sperimento chiamato *il nastro di Volta* si eseguisce con una striscia di carta ben bagnata d'acqua, e posta qual arco di comunicazione tra un polo e l'altro della pila Voltiana. Ma volendolo avverare colla pila secca, si adoperi invece un filo di refe, che abbia senza più l'umido suo naturale, e congiunga un polo coll'altro. Si troverà questo filo metà elettrizzato per ec-

cesso, e metà per difetto, e ciascuna tensione crescente dal mezzo del filo verso l' uno, e l' altro dei poli.

102. Finalmente la pila secca nel modo più facile insieme ed evidente ha tolto ogni dubbio sull'identità del fluido elettrico degli apparecchi Elettromotori con quello, che si eccita per via di fregamento nelle ordinarie macchine elettriche.

Prendete una di queste pile tenendo in mano il polo suo negativo, e messo l' altro positivo in comunicazione col conduttor positivo d' una macchina elettrica giratene il disco: dopo alcuni giri troverete ambedue i poli della pila crescenti o diminuita in tensione. Lo stesso avviene tenendo in mano il polo positivo della pila, mentre l' altro negativo tocca il conduttor negativo della macchina. Ma per lo contrario, fatto comunicare il polo positivo della pila col conduttor negativo della macchina, o il positivo di questa col negativo di quella, la tensione si muore affatto in ambedue i poli, nè si ravviva che dopo alcun tempo.

Nelle quali esperienze l' elettrico della macchina ben si mostra al tutto il medesimo con quello della pila; la quale, similmente ad una bottiglia di Leyden elettrizzata, si carica vieppiù o si scarica affatto coll' elettrico della macchina. E a dir vero, quando colla macchina si carica per eccesso il polo positivo della pila, altrettanto si deve l' altro polo caricar per difetto; perchè quell' eccesso operando per via di pressione, sforza nuovo elettrico naturale dell' altro polo a sfogarsi per la mano nel suolo. E similmente elettrizzando colla macchina per difetto il polo negativo della pila, si aumenta l' eccesso nell' altro tenuto in mano; perchè quanto il primo più e più si scarica di elettrico naturale, tanto l' altro ne assorbe vieppiù dalla mano comunicante col suolo. Laddove quando il polo positivo della pila tocca il conduttor negativo della macchina, o il positivo di questa il negativo di quella, la pila di necessità perde ogni tensione in ciascun polo, spogliandosi in amendue questi casi il polo positivo d' ogni suo eccesso, e ristorandosi d' ogni perdita il negativo

§ IV.

FENOMENI ELETTRODINAMICI DELLA PILA SECCA.

103. Diconsi elettrodinamici i fenomeni provenienti dall' elettrico in moto. Tali sono la scintilla, la scossa, ed il magnetismo che si producono da correnti elettriche.

Incominciando dalla scintilla, si può vederla immediatamente dalla pila per mezzo di un filo metallico, di cui un capo si appoggi ad un polo, e l' altro si avvicini all' altro polo, dal quale prima ancor di toccarlo si trasmette al filo scintillando l' elettrico.

Ma tal scintilla è ben piccola cosa anche da una pila di due mille coppie. Volendola aggrandire alla lunghezza di due pollici e più, basta far uso di un Condensatore preparato a questo modo.

Sia il Collettore un piano circolare di metallo o di legno argentato, ben rotondo nel suo perimetro, non minore di un piede di diametro, e guernito del suo manico isolante. Stia questo piano combaciato sopra una tela incerata ben secca: indi presa in mano per un polo la pila di due mila coppie, si porti l' altro polo in contatto del detto piano collettore, tenendovelo per alcuni secondi: dopo di che tolta via la pila, e levato pel suo manico isolante il piano collettore, eccovi la scintilla alla distanza anche di due pollici scoppiar da quel piano ad una palla metallica comunicante col suolo; colla qual scintilla potrete accender lo spirito di vino, l' idrogeno nella pistola di Volta ecc.

104. Veniamo alla scossa. Un ranocchio preparato come si usa per le sperienze così dette Galvaniche prova questo effetto immediatamente della pila secca. Tenendo in mano il tronco della spina dorsale, si portino le coscie a toccar il polo della pila, al qual toccamento la rana tutta si scuote. Bello è poi il vedere in queste contrazioni la differenza fra la corrente elettrica che passa dai nervi ai muscoli, corrente che diccsi *diretta*, io con-

fronto della corrente detta *inversa*, che va dai muscoli ai nervi. Finchè la rana è sommamente irritabile ella si scuote bensì con l'una e con l'altra delle due correnti; ma quando sia meno irritabile, la sola corrente diretta vi produce la scossa. E ciò si vede tenendo in mano il tronco dorsale, e portando i muscoli a toccare il polo positivo. Se la rana è da tanto da provare la scossa per la corrente, che in tal caso si scarica dal polo positivo nei muscoli, e da questi ai nervi, cioè per una corrente inversa, non andrà molto che cesserà ogni scossa continuando a toccar il polo positivo coi muscoli. Allora o si rovescî la posizione della rana tenendola in mano per li muscoli, e toccando coi nervi il polo positivo, oppure si portino i muscoli a toccare il polo negativo, e in un caso e nell' altro la rana si scuote per la corrente diretta.

105. Adunque i soli animali più irritabili quali sono le rane preparate alla maniera del Galvani provano la scossa toccando immediatamente un polo o l' altro della pila secca; ma per gli altri meno irritabili è necessario l' intervento di una bottiglia di Leyden, o di un quadro magico caricati colla pila. Una di queste e. g. di due mille coppie di cui un polo comunichi col terreno, e l' altro coll' uncino di una bottiglia di Leyden d' un piede quadrato di armatura basta per aver dalla bottiglia una scossa, che si fa sentire alle mani ed ai polsi. Chi poi la volesse più e più gagliarda accresca il numero delle coppie, o l' ampiezza loro oltre per accellerare la carica della bottiglia.

106. Un saggio finalmente di fenomeni elettromagnetici si può avere anche da una sola coppia della nostra pila. Vale a dire prendendo un mezzo foglio di carta d' argento già preparata col manganese, se un filo del Galvanometro tocchi il manganese, e l' altro filo la foglia metallina della detta carta, la corrente elettrica fa tosto deviare la calamita mobile del Galvanometro più o meno, secondo la maggiore o minore umidità della carta.

§. V.

DEGLI USI MECCANICI DELLE PILE SECCHE.

107. Questi usi si riducono al continuo moto di un conduttor mobile isolato fra il polo positivo di una pila, e il negativo di un' altra.

E perciò che la forza elettrica nelle pile eziandio più attuose è minore a gran pezza che in qualunque macchina elettrica la più meschina, quindi e mantener sempre vivo il movimento fra le due pile è bisogno di congegni, che nelle seguenti Regole verrò esponendo.

REGOLE GENERALI PER LA CONTINUAZIONE DEL MOTO FRA DUE PILE.

108. I. *Ciascuna delle due pile dee tenere uno de' suoi poli comunicante mai sempre, e meglio che si può col terreno*

Imperciocchè una delle pile dovendo esser tutta negativa e tutta positiva l' altra, la prima dee versar liberamente nel suolo il suo elettrico naturale, e l' altra dal suolo continuamente assorbirlo. E però se le pile stieno chiuse in tubi di cristallo, abbia ciascuno di questi una base metallica in comunicazione pur metallica colla prima coppia da basso della pila, alla qual base stia saldato un filo metallico, che vada a legarsi ad un chiodo fitto nel muro, o a saldarsi ad una lamina metallica aderente al terreno, e i due fili sieno l' uno all' altro saldati. Generalmente volendo la comunicazione d' un metallo coll' altro si faccia sempre uso della saldatura.

109. II. *Il polo superiore di ogni pila, che diremo i poli agenti, l' uno positivo, e l' altro negativo debbono esattamente conservarsi isolati.*

A quest' uopo il filo metallico che parte dal polo agente dee

considerarsi come il filo che sorge fuori della bocca d' un Elettrometro, ed essere isolato collo stesso artifizio, che si è già descritto nella prima parte trattando dell' Elettrometro. Quindi se per maggior comodo di costruzione si volesse allogar le pile in una cassa di legno, dal cui piano superiore sorgessero li due fili dei poli agenti, debbesi avvertire che ambedue sieno isolati allo stesso modo che il filo d' un Elettrometro.

La figura 21 mostra i detti due fili terminati superiormente in due cilindretti o palline *b d*; e si avverta che li due tubi di cristallo larghi non meno di mezzo pollice da cui sorgono i fili s' internino dentro la cassa pel tratto almen di due pollici, e per altrettanti s' innalzino sopra il piano AB della medesima.

La stessa figura mostra eziandio il collocamento delle pile. Una di queste composta di tre, o più se si vuole, perch' abbia gran numero di coppie, vien raccomandata per mezzo di un filo di seta inlaccato ad un uncino fissato sotto la coperta della cassa. Il filo metallico *g* è il polo comunicante col suolo, e l' altro *m h* unisce la prima pila colla seconda, e così quello *n o* la seconda colla terza, la quale tiene il suo polo agente, ossia filo metallico *p*, saldato in *a* al filo *a b* sporgenti fuor della cassa. Questa poi dee contenere tre altre pile similmente disposte, il cui superior polo agente contrario al polo *p* vada ad unirsi coll' altro filo *c d*, mentre l' inferiore contrario al polo *g* debb' esser saldato al medesimo filo *g*, che vien prolungato a comunicare col suolo.

Finalmente la cassa debb' esser tanto capace, che ciascun punto delle pile possa tenersi lontano almeno due pollici dalle interne parti.

I due cappelletti *r s*, *r' s'* son un riparo alla polvere, perchè non troppo facilmente s' introduca nei tubi a guastare l' isolamento dei fili.

110. III. *Il conduttor mobile isolato, che viene attratto e respinto dai poli agenti delle pile, dee scaricarle il meno che sia possibile.*

Per l' osservanza di questa regola pongasi mente 1. alla velocità del mobile: 2. alla sua superficie. E quanto alla velocità del mobile, egli è chiaro, che quanto più spesso viene esso a toccare il polo agente, tanto meno tempo si concede alle pile per rifarsi delle lor perdite. Laonde dopo un certo numero di toccamenti potrebbero le pile rimaner tanto munte di forza (e ce lo dirà l'elettrometro) da non poter più oltre continuare quel movimento. Per estimare il valore di questo residuo di forza elettrica permanente nelle pile, dopo essere state più e più volte toccate dal mobile, è duopo avvertire, che qualunque sia la prontezza della corrente elettrica, che dal terreno passa nella pila positiva, ed a rovescio dalla pila negativa al terreno, questa prontezza non è la medesima per tutti i gradi di tensione elettrica, che vengono a raccogliersi nel polo agente. Sieno e. g. dieci questi gradi di tensione, egli è certo che scaricato interamente il polo toccandolo colla mano, e poscia tornando esso isolato, riprenderà dal terreno i dieci gradi perduti; ma però l' un dopo l' altro, e non tutti con eguale prontezza; perciocchè il primo dei dieci gradi entrato nella pila resiste al venir del secondo, e due gradi ancor più all' ingresso del terzo, e così via via per forma, che l' ultimo dei dieci gradi debb' essere più tardo di tutti a raccogliersi nel polo agente. Tutto questo vel dice l' Elettrometro, che saggiando la tensione di un polo agente subito dopo essere stato scaricato apre le foglieite con velocità grande nei primi gradi della tensione; ma questa velocità si fa mano a mano minore venendo gli ultimi. Impertanto se una pila abbia tutti i suoi dieci gradi di tensione, ed una causa qualunque ne tolga un solo dei dieci, vi vorrà più tempo a rimettersi in essa questo grado, che compie i dieci, che non farebbe a riprendere un grado per compiere i cinque nel caso che la stessa pila rimasa con cinque gradi ne perdesse uno

Adunque un conduttore che toccasse il polo agente con qualche frequenza, potrebbe far perdere alla pila alcuno dei dieci gra-

di di tensione in maniera da non poterli essa più riavere; non potendo quei gradi perduti, perchè troppo lenti, rientrar nella pila nel solo tempo di mezzo fra un toccamento e l'altro. E finchè la pila perde in ciascun toccamento più di quello che riaquista nel tempo intermedio fra un toccamento e l'altro, la tensione del suo polo agente verrà sempre più e più scemando in quantità. Ma i gradi di tensione, che rimangono nella pila saranno più pronti a rientrare nella medesima, dopo averli perduti pel toccamento del mobile, e tanto più pronti quanto è minore il loro numero nella pila. Dunque potrà venire quel termine in cui la pila rimanga bensì con pochi gradi di tensione, ma questi si conservino in essa malgrado il toccamento del conduttore col polo; e ciò sarà quando fra un toccamento e l'altro essa abbia l'agio di ricevere tutto quello che perde; e il movimento continuerà in virtù soltanto del minor numero dei detti gradi di tensione rimasti nella pila.

Posto la qual dottrina ne conseguita 1. Che la tension del polo agente capace di tener vivo il movimento del conduttor mobile, cioè la vera *tension utile* per la continuazione del moto, non è già quella che mostrano le pile in riposo, nè ma scaricate; ma quella soltanto che resta alle medesime dopo essere stato il loro polo agente più e più volte toccato dal conduttor mobile attratto e respinto; quella tensione cioè i cui gradi perduti ad ogni toccamento del mobile possono rimettersi nella pila nell'intervallo fra un toccamento e l'altro. E però quanto sieno più tardi i toccamenti, tanto più tempo rimane alla pila da rinforzarsi per tener sempre vivo il movimento; massimamente usandosi pile assai tarde nel ristorarsi delle perdite fatte.

2. Quel conduttor potrà toccare il polo agente con molta frequenza, che sia de' più leggeri, cioè tale da dover obbedire a' piccolissimi gradi di tensione, che rimangono nelle pile anche dopo esser tocco il lor polo agente con tanta frequenza.

3. Si spiegherà eziandio il moto intermittente; e sarà quando

il conduttor, che viene attratto e respinto dalle pile fosse o troppo difficile al moto per molta massa o resistenza di sfregamento, oppure agevolissimo, ma troppo veloce; potendo avvenire, che le pile sieno capaci di tenerlo in moto per alcun tempo, cioè finchè conservano la tensione un po' vigorosa; ma scemando questa di troppo pei toccamenti del mobile troppo frequenti, debba cessare quel moto per la mancanza della tension vitale. Allora adunque riposando le pile, avranno esse tutto l' agio di ripigliare la loro tensione fino al massimo loro grado; e se il conduttore gia fermo si conservi un po' elettrizzato per l'ultimo suo toccamento, o resti più vicino a un polo agente, dovrà nuovamente esser tirato e respinto colla stessa velocità di prima, e durare lo stesso tempo, finchè per la cagione medesima interrotto il suo moto, e rinforzate nel riposo le pile, tornerà di bel nuovo in cammino, e così via via procedendo.

112. L'altra causa diminutiva della tension della pila è la superficie del conduttor mobile, che toccando il polo agente si elettrizza a spese di questo. Imperciocchè come più cresce la superficie di tal conduttore, tanto più di elettrico abbisogna per caricarlo, e tanto maggiore ne tornerà la perdita al polo agente. Sicchè per la troppa superficie del conduttor mobile senza più, il moto potrebbe cessare od essere interrotto.

Ma se nuoce l' ampiezza di superficie nel mobile, bisogna però schivare l'estremo contrario; ricordando, che la maggiore o minor forza attraente d'un corpo elettrizzato è sempre in ragione dell' elettricità contraria *indotta* da esso corpo in quello che attrae.

Posta la qual legge sia e. g. il pendoletto A B Fig. 22 mobile intorno al punto di sospensione A, composto di un filo A *b* tutto di materia isolante, e di un dischetto o pallina metallica B, appesa all'estremità inferiore del filo, la qual pallina vogliasi attratta dal polo agente P positivo della pila. Certo è che la pallina B, per essere attratta dal polo positivo P dee farsi prima ne-

gativa, cioè l'elettrico eccessivo del polo P dee prima per via di pressione allontanar dalla pallina una porzione del suo elettrico naturale; ma questo allontanamento dell'elettrico naturale della pallina non può farsi finchè tutto il filo *a b* sia affatto isolante. Laddove se la pallina B avesse contigua dietro di se una porzione *b c* di filo conduttore, l'elettrico natural della pallina sfogandosi con maggior libertà in tutto il tratto conduttore *b c*, farà tutta negativa la superficie della pallina, e quindi più agevole al esser tirata dal polo P. E già l'esperienza dimostra, che senza questa porzione *b c* conduttrice, lunga da due in tre pollici, la pallina a stento si conduce verso P, o non giunge a toccarlo.

Dovendo poi essere tanto lungo il filo conduttore *b c*, quanto basti al detto ritiramento dell'elettrico, bisognerà ben isolarlo in *c*, per non cadere nel difetto, già dianzi notato, della troppa scarica che ne verrebbe alle pile.

113. Altre avvertenze debbo aggiungere per tener sempre vivo il movimento, e sono:

I. *Il sito ove tener la macchina.* Questa vuol essere custodita fra cristalli, allontanando dai poli agenti ogni corpo conduttore, le polveri, e la troppa umidità. Sia poi collocata in luogo non soggetto a scosse e tremori, trattandosi di una forza motrice assai dilicata, e troppo facile a risentirsi del più piccolo impedimento.

II. *La politura delle diverse parti della macchina.* Malgrado della custodia più esatta la polver finalmente vi penetra, e gli atomi stessi nuotanti nell'aria interna della custodia, sono chiamati continuo ai poli agenti dalla stessa attrazion dell' elettrico. Oltre a ciò le parti metalliche dell'apparecchio esposte all'aria, si vanno ossidando col tempo: le quali tutte cose, usando pile di molta energia, non giungeranno mai da se sole a sospendere il movimento; ma però lo indeboliranno mai sempre, e non poco. Dunque per ravvivarlo è bisogno di pulire qualche volta le parti metalliche della macchina, e rinnovare eziandio col calore le iso-

lanti, cui fosse attaccato umidore o succidume, come si pratica coi vecchi Elettrofori.

III. *La varia temperatura delle stagioni.* Un mobile che durante la state oscilla continuo fra le pile con molta velocità, potrebbe fermarsi nel verno, se non facciasi rallentare il suo moto. Similmente le pile in estate potranno stare alquanto distanti dal mobile, ma nel verno gli si debbono avvicinare se vuolsi tener vivo il suo movimento.

§. VI.

APPLICAZIONI DELLE REGOLE PRECEDENTI A VARIE SPECIE DI MOTO MECCANICO.

114. Il moto più semplice e più facile insieme anche con pile di debole energia si è l'oscillatorio orizzontale d'un filo metallico sospeso pel suo mezzo ad una punta metallica isolata: costruzione analoga agli aghi da bussola. Nella Figura 23 AB è un tubo di cristallo coperto dentro e fuori di ceralacca, da cui sorge un filo di acciajo C, fisso in D con turaccielo di mastice, e superiormente terminante in punta. Su questa è collocato il cappelletto di cristallo e, al quale in $f f'$ sono saldate con lacca due paglnzze $f h$, $f' h'$, a capo di una delle quali è saldato il rettangoletto metallico $h\ m\ g\ n$, (il platino sarebbe l'ottimo) ed all'estremità dell'altra va innestata la ventolina di cartoncino $h' o r s$, la quale fa il doppio ufficio di equilibrare il rettangoletto metallico, e di moderare le oscillazioni, che deono farsi da questo ago attratto e respinto dai poli agenti delle due pile fra le quali debb'essere collocato.

§. VII.

DISPOSIZIONE DELLE PILE PER IL MOTO OSCILLATORIO.

115. A questo uffizio del moto oscillatorio si dispongono le pile nel modo indicato dalla Fig. 24.

Entro tubo di cristallo *a b c d* si collochi la pila P. Sia questo tubo sì internamente che esternamente tutto coperto di gomma lacca, ed il suo diametro tale, che la pila ne stia discosta dalle pareti tutto all' intorno circa un centimetro. Dal polo superiore di questa, che supponiam positivo sorga un fermo filo metallico F F, bene comunicante con esso polo, il quale passando per l'asse di un tubetto di cristallo *t*, largo un centimetro e mezzo o due, inlaccato pur questo dentro e fuori, lo sormonti di mezzo pollice, e termini in una palletta.

Questo tubo *t* stia col lembo inferiore alquanto dal capo della pila discosto, e venga retto verticalmente dal detto filo F F, al quale debb' esser fermato pel turacciolo S di sughero e gommalacca. Un coperchio, che può esser di legno invernicciato *m m* chiuda l'apertura superiore del tubo *a b c d*, e tenga in pari tempo immobile il tubetto *t*. L' altra estremità del tubo *a b c d* sia infissa nella base B, dalla quale sortirà per disotto il filo metallico I, comunicante col polo negativo della pila.

Al filo F, di sotto alla palla, sia saldato altro filo ricurvo in giù, il quale termini nel dischetto O pur di metallo.

Eguale in ogni cosa a quest' apparecchio un altro se ne costruisca, colla sola differenza che in questo secondo il polo della pila negativo sia in alto, ed abbasso il positivo. Saldati poscia i due fili metallici uscenti da ambedue le basi, e fatti mediante un lungo filo pur metallico comunicar col terreno, collocate le due pile a sufficiente distanza tra loro, co' dischetti l' uno di fronte all' altro, si ponga loro in mezzo l'Ago elettrico già descritto nel numero antecedente, ovvero il Volante, od il Pendolo, i quali or

ora passeremo a descrivere; e portati la prima volta a contatto di uno dei detti dischi, condurransi questi poi da se soli a toccar l'altro, e continueranno così senza più cessare, per un tempo indefinito, le loro oscillazioni.

§. VIII.

MOTO ROTATORIO ORIZZONTALE.

116. Sopra acuta punta d'acciaro C, Figura 25, portata da un cannello di vetro al modo medesimo che la descritta al N. 114 per l'ago oscillatorio, sia collocato il cappelletto di vetro e, al quale in f ed f' stan saldate con lacca due pagliuzze $f\ h$, $f'\ h'$ lunghe ciascuna due pollici, e terminanti in due brevi filetti metallici piegati ad angolo, cui sia saldata una leggerissima laminetta L d'oro canterello e di forma ovale, il cui piano sia normale alle paglie. Alla metà del lato destro d'una di queste laminette, e sinistro dell'altra, si attacchi un po' di mele un cartoncino N N' d'oro in foglia de' battiloni, fatto a tal ufficio ridur men sottile di quel di commercio, affinchè non così facilmente si laceri nell'esser attratto e respinto dai dischi delle pile, fra i quali esso volante farà le rapide sue evoluzioni.

MOTO OSCILLATORIO VERTICALE.

117. Questo è il più usato comunemente per la sua regolarità; e vien rappresentato dalla Fig. 26. A è un anello di sottilissima lamina di metallo saldato sul filo pur di metallo B, lungo circa due pollici, la cui inferiore estremità è fermata con un turacciolo di filo di seta e gomma lacca nel mezzo di un tubo di vetro C, lungo circa un pollice e mezzo, dentro e fuori inlaccato.

Questo tubetto viene fermato sulla cima del cerchio D, che può essere di sattul filo metallico, avvertendo che l'anello A stia

in direzione ortogonale con questo cerchio. Un corto filo metallico E, saldato sotto il detto tubo G, porti un archetto volto nella direzione medesima del suddetto anello A, e sia fornito alle due estremità di due acute punte d'acciajo, le quali vadano a riposare sopra due cavità assai levigate fatte in un pezzetto di cristallo F.

Mediante poi il contrapeso formato dalla lente G, mobilmente inestato nel filo H, saldato a piombo sotto il filo E, al punto opposto del cerchio, reggerassi sulle dette punte il pendolo verticalmente, e coll'alzare od abbassar più o meno di detta lente, acquisterà quel lento moto oscillatorio, per cui da sè stesso, cioè senza influenza delle pile, impieghi quattro secondi circa in ciascuna oscillazione, e ciò per le cose dette sulla *tension utile* al N. 110, III.

Il pezzetto di cristallo F è fermato sul braccio I, il quale mediante la ghiera L, viene retto dalla colonetta M, cui s'attiene per dolce attrito, e può essere alzato o abbassato secondo il bisogno, affine di condurre l'anello A a toccare col suo spigolo superiore il centro dei due dischetti O delle pile.

ALTALENO.

118. Stabilite nella cassa A B C D, Fig. 27, le pile al modo prescritto col N. 109, si collocherà fra i due poli agenti *b d* sul piano superior della cassa il portante P, composto di due tubetti *l i*, de' quali il tubo *i*, che per leggero attrito scorre su e giù dentro l'altro tubo *l*, debb'esser portato all'altezza opportuna.

Questo tubo *i* termini superiormente in un pezzetto orizzontal di cristallo avente due piccole cavità assai levigate, nelle quali poggeranno le due acute punte d'acciajo dell'archetto *e*, che abbraccia il tubo *t t* di vetro, tutto dentro e fuori inlaccato.

Il filo metallico *f f* corra lungo l'asse di detto tubo, ed un turacciolo di sughero e gomma lacca alla metà ve lo tenga ben

fermo; da l'una parte poi e dall'altra esca e s'allunghi esso filo per un pollice circa ripiegato all'ingiù, e termini d'ambo i capi ne' due metallici dischetti *v v*, il cui piano stia parallelo col tubo *t t*.

Lungo il dosso di questo tubo potrà esser saldato con gomma lacca un sottil filo metallico, o una leggierissima verghetta di legno *z z*, alle due estremità della quale si potran collocare due analoghe figurine, che vago rendano l'Altaleno.

In luogo dell'Altaleno, potrà giocare fra i due poli *b* e *d* un pendolo verticale costruito in parte a rovescio del già descritto nel N. 117, oppure il volante del moto rotatorio N. 116.

DELL' OROLOGIO APPLICATO ALLE PILE.

119. Due sono i modi di quest'applicazione cotanto desiderata.

Il primo è quello di un mobile, che mosso continuamente dall'azione elettrica delle pile, abbia, mediante opportuno meccanismo a caricare il peso o la molla di un comune orologio. Il pendolo descritto al N. 117 o il volante N. 116 potrebbe addattarsi a quest'uso; e l'isocronismo dell'orologio non verrebbe sturbato giammai dalla varia tensione elettrica delle pile nelle diverse stagioni.

L'altro posto in uso dappiù anni molto più semplice, ed esatto a sufficienza si rappresenta nelle Fig. 28, 29. A B C D è una cassa alta un metro, larga sei decimetri, e fonda quattro. Due spranghe metalliche S S' sono infisse ai due lati sotto il piano superiore AB, sei centimetri circa discoste dai lati stessi. Queste spranghe debbono essere in perfetta comunicazion col terreno mediante un filo metallico *f f*, saldato ad ambedue, e che termini in una larga piastra *p p*, la quale deve posar sul terreno, ed ove questo non fosse per avventura dell'elettrico buon conduttore, dovrassi renderlo tale sottoponendo alla base della cassa un grosso strato di carbone, che tutta ne prenda l'area, e sopra questo far che bene appoggi la piastra.

Alle spranghe sieno saldati i poli omologi, che deono comunicar col terreno, di due o più pile secondo l'occorrenza, sì da una parte come dall'altra.

Ciascuna di queste pile nelle figure 28 e 29 è composta di tre pezzi 1 2 3, che contengono fra tutti da due in tre mille coppie, ed i poli inferiori vanno a comunicare colle lanterne m' m, fatte d'una lamina sottil di metallo piegato a foggia di libro, e sostenute da un fermo filo di metallo, che non oscilline, infisso nel turacciolo di sughero iolaccato entro i tubi di cristallo t t', resi perfettamente isolanti sì dentro che fuori con gomma lacca. Questi tubi vengono retti verticalmente da solide basi, e posti sul fondo D C della cassa, da potersi all'uopo avvicinare ed allontanare fra loro.

In mezzo al piano superior A B della cassa starà l'orologio sostenuto alla dovuta altezza dal suo portante, e da una campana di cristallo dalla polvere esattamente difeso. Dietro l'orologio si ergerà una colonna L L, Fig. 29, fermata sullo stesso piano mediante la vite V. Un cilindro orizzontale N, mobile per entro al foro R al vertice della colonna, sosterrà pei due fili o o il pendolo dell'orologio, fatto di legno bollito nell'olio al modo usato, la cui lente sia di quattro in cinque libbre di peso. Potrà quindi esso pendolo essere allungato ed accorciato girando il cilindro N, tenuto fermo dalla vite di pressione P. Circa al movimento dell'orologio a due cose precipuamente dovrassi porre ogni studio.

1. Che opponga al pendolo la minima resistenza possibile, essendo avvenuto più volte il fermarsi d'ogni cosa per un po' di polvere o di ruggine appena visibili, o per lievissimo ligamento nei perni delle ruote, mentre il pendolo senza l'orologio camminava speditamente animato dalla tension delle pile.

2. Che solo ad ogni due oscillazioni debba mettere in moto la serpentina.

Questa seconda importante condizione potrassi raggiungere fa-

cilmente in più maniere: quella immaginata dal nostro abile costruttore di tali macchine sig *Giovanni Bianchi* è la seguente.

Un mobile a foggia di barchetta *cd'* figura 30, è tenuto in bilico pe' suoi perni al punto *e*, immediatamente sopra la serpentina. Alla metà del lembo inferiore e questa barchetta munita di un piccolo leggerissimo dente *n*, esso pur mobile, perchè raccomandato alla barca per due pernetti, il quale un po' fra i denti s' abbassa della serpentina, atto perciò ad alzarsi per lo minimo sfregamento, e tenuto poi basso dal solo suo peso.

Un sottil braccio *r r* piegato a Z, ed innestato sotto il perno posteriore della barchetta, va ad introdursi in una verticale fessura *g g*, lunga 6 centimetri circa praticata nel pendolo, e fiancheggiata da due cannette di vetro.

Ora egli è chiaro, che all' oscillare del pendolo mettesi in movimento pur essa la descritta barchetta, la quale se alla prima oscillazion d' esso pendolo urtando il suo dente *n* in quello della serpentina la spinge innanzi, nella seconda di ritorno sfregandoo il dente della barchetta sul sottoposto della serpentina, quello s' innalza e passa, per poi, caduto pel proprio peso, sospingerla innanzi novellamente alla terza oscillazione.

Una lievissima ferma *i i* sotto la serpentina, sostenuta da duo pernetti, la trattiene ad ogni movimento che non iscorra.

Finalmente dopo la lente Q del pendolo continuasi un tubo di cristallo e, lungo circa quattro pollici e largo mezzo, tutto dentro e fuori inlaccato, innestato al pendolo per uo turacciolo di sughero e gomma lacca, un pollice sotto l'apertura superiore del tubo; e mediante altro eguale turacciolo alla distanza d' un altro pollice sopra l' apertura inferiore è fermato il pendolino elettrico, tutto di metallo, il cui gambo sia lungo 4 in 5 pollici, e poco più di un pollice il diametro della sua lente. Al breve tronco di filo che segue sotto questa piccola lente sta saldato un filo d'oro o di platino *y*, ad angolo con esso pendolo; il qual filo alle oscillazioni del pendolo, entrando la piccola lente entro il vano

delle lanterne, toccherà, alzandoli alquanto, i peodolini z z di capillar filo d'oro o di platino, saldati ad un pezzetto di canatiglia d'oro, perchè riescano mobilissimi, e questa alle stesse lanterne, e contenuti ciascuno entro un archetto di fil metallico, attaccato esso pure alle stesse lanterne, affinchè all' avvicinamento del pendolo elettrizzato, da questo non sieno attratti.

Ho detto essere quest' orologio esatto a sufficienza, e ciò malgrado della diversa tension delle pile nelle diverse stagioni dell'anno. Imperciocchè il pendolo colla sua lente di 4 in 5 libbre di peso descrive archi brevissimi; e variando le loro ampiezze, il variare del tempo è sì piccolo, che uno di siffatti orologi posseduto qui in Verona dal sig. *Gaetano Spandri*, amatore coltissimo delle scienze naturali, misura il tempo medio colla sola differenza di circa otto minuti primi in tutto il corso di un anno.

121. Ma veniamo alla condizion della pile più necessaria in quest' applicazione, ed è la prontezza della loro tension permanente. Difatti, da ciò che s'è detto ai N. 110 e 111 sulla *tension utile*, quanto è più veloce il mobile da sè solo fuor dalle pile, tanto più cresce il bisogno di molta prontezza nella loro tensioo permanente, acciocchè abbiano a conservare la tension utile.

Ora il pendolo a secondi del nostro orologio toccando il polo agente di ciascuna pila ad ogni due secondi, la tensione utile debb'essere così pronta da dover nell' intervallo di due secondi rimetter nella pila quanto essa perde in ciascun toccamento. Tanta prontezza di tensione non è sì facile a perpetuarsi nelle pile, come si sperava nelle prove de' primi anni: poichè ciascuna pila composta di due in tre mila coppie d'un pollice in quadro, svolge bensì anche nelle più basse temperature la tension primitiva in grado e prontezza maggiori eziandio del bisogno per l' orologio; ma, come si è veduto N. 81, la prontezza va poi scemando più che il grado: e se questo divenuto permanente può bastare all' effetto; la prontezza che ancor prosiegue a diminuirsi, ordinariamente non basta, e specialmente nelle basse temperature

Quindi l' unico rimedio sinora sta nell' aumentare la superficie delle coppie; cioe, come fu insegnato N. 87, aggiungere altre pile di egual numero e larghezza di coppie, con tutti i poli omologhi comunicanti fra loro, onde aver la tension permanente anche nel verno colla prontezza richiesta.

Nè farà duopo di gran numero di pile, quando la macchina si conservi in un ambiente di dieci in dodici gradi R di temperatura, che è l' ordinaria nel verno delle stanze riscaldate colla stufa.

122. Oltre a ciò giovarono sinora assai più per l' orologio le pile accessibili all' aria, cioè coll' intonaco isolante interrotto, e ciò perchè al venir dell' umido invernale riacquistano il perduto nel calore estivo. Già si è notato, N. 86, il tempo più fatale alla prontezza della loro tensione, essere il primo fresco che venisse improvviso anche d' Agosto dopo lunga siccità estiva; trovandosi allora mancanti di quella temperatura, che nel maggior caldo della state sopperiva al difetto dell' umido Ma poi al sopravvenire d'un ambiente umido, ripigliano bentosto e conservano, anche a più basse temperature, attività sufficiente per l' orologio

Adoperandosi invece pile inaccessibili all' aria di coppie anche grandi in superficie, ha sempre veduto diminuita la prontezza della tension permanente nelle basse temperature, e durare insufficiente per l' orologio, durante le temperature inferiori all' estiva; e perciò ci vorrebbe un numero assai grande di tai pile per conseguire l' intento a meno che non si conservasse la macchina in temperatura dall' estiva poco diversa

Non così avviene al semplice moto di un pendolo, qual fu descritto al N 117, che da sè stesso fuor delle pile impiega quattro secondi circa in ciascuna sua oscillazione. Può questo continuare il suo moto anche alle più basse temperature invernali con pile inaccessibili all' aria. perciocchè diminuita nel verno la prontezza della loro tensione, anche il pendolo rallenta il suo moto quanto basta, per lasciar tempo alle medesime di rimettere la tension utile fra un toccamento e l' altra

Due di sifatte pile inaccessibili all'aria esistono nel Gabinetto di Fisica dell' I. R. Università di Padova, che ivi anche a temperature inferiori a zero, mantengono sempre vive, da dieci e più anni, le oscillazioni del pendolo, e contano ormai quindici anni di età.

Pongo fine al presente lavoro, ma non cesserò già da ulteriori studj per migliorare, se fia possibile, la condizion delle pile inservienti all' orologio: e l'elettrico di tanta energia nelle Voltiane, che sembra gareggiare persino colla macchine a vapore; anche debolissimo, ma incessante nelle pile secche, abbia col moto continuo ad acquistar pregio nella misura del tempo.



INDICE

PARTE PRIMA.

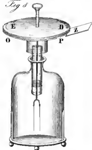
NOZIONI E TEORIE FONDAMENTALI SULL' ELETTRICO.

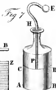
PARTE SECONDA.

DEGLI ELETTROMOTORI, E COSTRUZIONE DELLE PILE SECCHE.

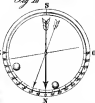
PARTE TERZA.

DEGLI USI ED APPLICAZIONI DELLE PILE ELETTRICHE SECCHE.


Fig 8
E
D
Z
O
P

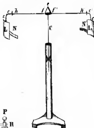

Fig 7
E
H
P
C
D
A
B


B
B
Z
U
R


Fig 20
S
E
O
N


B
P'
N'


P
N


Fig 25
N
L
C


P
R
N
L
A
D


Fig 30
g